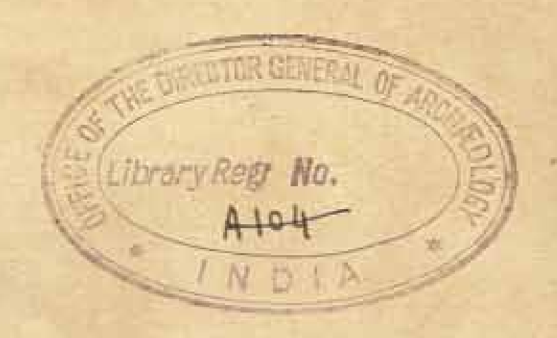
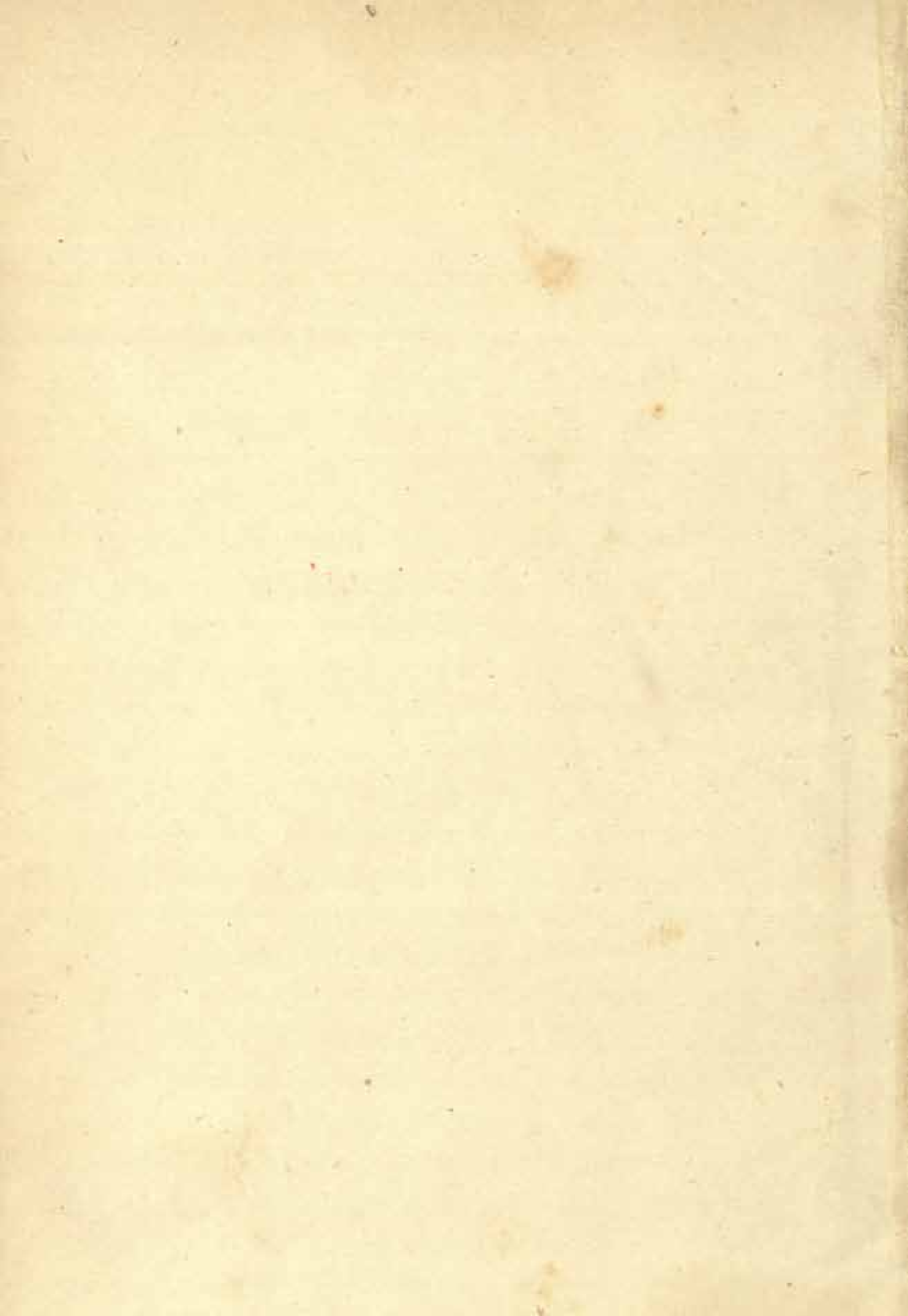
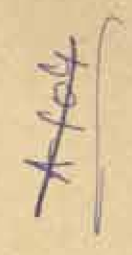


OFFICE OF THE DIRECTOR GENERAL OF ARCHAEOLOGY
Library Regr No.
A104
INDIA





SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

JAHRGANG 1914

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS JUNI

STÜCK I—XXVII MIT ZWEI TAFELN
UND DEM VERZEICHNISS DER MITGLIEDER AM 1. JANUAR 1914



BERLIN 1914
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN COMMISSION BEI GEORG REIMER

INHALT.

Inhalt.

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1914.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

	Gewählt von der	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Diels*	phil.-hist. Classe	1895 Nov. 27.
- *Waldeyer*	phys.-math. -	1896 Jan. 20.
- *Roethe*	phil.-hist. -	1911 Aug. 29.
- *Planck*	phys.-math. -	1912 Juni 19.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Arthur von Auwers*		1866 Aug. 18.
	Hr. *Alexander Conze*	1877 April 23.
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9.
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24.
	- *Gustav von Schmoller*	1887 Jan. 24.
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29.
	- *Adolf Harnack*	1890 Febr. 10.
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dec. 19.
- *Georg Frobenius*		1893 Jan. 14.
- *Emil Fischer*		1893 Febr. 6.
- *Oskar Hertwig*		1893 April 17.
- *Max Planck*		1894 Juni 11.
	- *Karl Stumpf*	1895 Febr. 18.
	- *Adolf Erman*	1895 Febr. 18.
- *Emil Warburg*		1895 Aug. 13.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Reinhold Koser*	1896 Juli 12.
	- *Max Lenz*	1896 Dec. 14.
	- *Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff*	1899 Aug. 2.
Hr. *Wilhelm Branca*		1899 Dec. 18.
- *Robert Helmert*		1900 Jan. 31.
- *Heinrich Müller-Breslau*		1901 Jan. 14.
	- *Heinrich Dressel*	1902 Mai 9.
	- *Konrad Burdach*	1902 Mai 9.
- *Friedrich Schottky*		1903 Jan. 5.
	- *Gustav Roethe*	1903 Jan. 5.
	- *Dietrich Schäfer*	1903 Aug. 4.
	- *Eduard Meyer*	1903 Aug. 4.
	- *Wilhelm Schulze*	1903 Nov. 16.
	- *Alois Brandl*	1904 April 3.
- *Hermann Struve*		1904 Aug. 29.
- *Hermann Zimmermann*		1904 Aug. 29.
- *Adolf Martens*		1904 Aug. 29.
- *Walther Nernst*		1905 Nov. 24.
- *Max Rubner*		1906 Dec. 2.
- *Johannes Orth*		1906 Dec. 2.
- *Albrecht Penck*		1906 Dec. 2.
	- *Friedrich Müller*	1906 Dec. 24.
	- *Andreas Heusler*	1907 Aug. 8.
- *Heinrich Rubens*		1907 Aug. 8.
- *Theodor Liebisch*		1908 Aug. 3.
	- *Eduard Seler*	1908 Aug. 24.
	- *Heinrich Lüders*	1909 Aug. 5.
	- *Heinrich Morf*	1910 Dec. 14.
- *Gottlieb Haberlandt*		1911 Juli 3.
	- *Kuno Meyer*	1911 Juli 3.
	- *Benno Erdmann*	1911 Juli 25.
- *Gustav Hellmann*		1911 Dec. 2.
	- *Emil Seckel*	1912 Jan. 4.
	- *Johann Jakob Maria de Groot*	1912 Jan. 4.
	- *Eduard Norden*	1912 Juni 14.
- *Karl Schwarzschild*		1912 Juni 14.
	- *Karl Schuchhardt*	1912 Juli 9.
- *Ernst Beckmann*		1912 Dec. 11.
	- *Georg Loeschcke*	1913 März 31.
- *Albert Einstein*		1913 Nov. 12.

(Die Adressen der Mitglieder s. S. IX.)

III. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Theodor Nöldeke* in Strassburg	1900 März 5.
	- *Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1900 März 5.
	- *Pasquale Villari* in Florenz	1900 März 5.
Hr. *Wilhelm Hittorf* in Münster i. W.		1900 März 5.
- *Eduard Suess* in Wien		1900 März 5.
- *Adolf von Baeyer* in München		1905 Aug. 12.
	- *Vatroslav von Jagić* in Wien	1908 Sept. 25.
	- *Panagiotis Kabbadias* in Athen	1908 Sept. 25.
Lord *Rayleigh* in Witham, Essex		1910 April 6.
	- *Hugo Schuchardt* in Graz	1912 Sept. 15.

IV. EHRENMITGLIEDER.

	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887 Jan. 24.
Hugo Graf *von und zu Lerchenfeld* in Berlin	1900 März 5.
Hr. *Richard Schöne* in Berlin-Grunewald	1900 März 5.
Frau *Elise Wentzel* geb. *Heckmann* in Berlin	1900 März 5.
Hr. *Konrad von Studt* in Hannover	1900 März 17.
- *Andrew Dickson White* in Ithaca, N. Y.	1900 Dec. 12.
Bernhard Fürst *von Bülow* in Rom	1910 Jan. 31.
Hr. *Heinrich Wölfflin* in München	1910 Dec. 14.

V. CORRESPONDIRENDE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl
Karl Frhr. Auer von Welsbach auf Schloss Welsbach (Kärnten)	1913 Mai 22.
Hr. *Ernst Wilhelm Benecke* in Strassburg	1900 Febr. 8.
- *Oskar Brefeld* in Berlin-Lichterfelde	1899 Jan. 19.
- *Heinrich Bruns* in Leipzig	1906 Jan. 11.
- *Otto Bütschli* in Heidelberg	1897 März 11.
- *Karl Chun* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Giacomo Ciamician* in Bologna	1909 Oct. 28.
- *Gaston Darboux* in Paris	1897 Febr. 11.
- *William Morris Davis* in Cambridge, Mass.	1910 Juli 28.
- *Richard Dedekind* in Braunschweig	1880 März 11.
- *Nils Christofer Dunér* in Uppsala	1900 Febr. 22.
- *Ernst Ehlers* in Göttingen	1897 Jan. 21.
Roland Baron *Eötvös* in Budapest	1910 Jan. 6.
Hr. *Max Fürbringer* in Heidelberg	1900 Febr. 22.
Sir *Archibald Geikie* in Haslemere, Surrey	1889 Febr. 21.
- *David Gill* in London	1890 Juni 5.
Hr. *Karl von Goebel* in München	1913 Jan. 16.
- *Camillo Golgi* in Pavia	1911 Dec. 21.
- *Karl Graebe* in Frankfurt a. M.	1907 Juni 13.
- *Ludwig von Graff* in Graz	1900 Febr. 8.
- *Julius von Hann* in Wien	1889 Febr. 21.
- *Viktor Hensen* in Kiel	1898 Febr. 24.
- *Richard von Hertwig* in München	1898 April 28.
- *David Hilbert* in Göttingen	1913 Juli 10.
Sir *Victor Horsley* in London	1910 Juli 28.
Hr. *Felix Klein* in Göttingen	1913 Juli 10.
- *Adolf von Koenen* in Göttingen	1904 Mai 5.
- *Leo Koenigsberger* in Heidelberg	1893 Mai 4.
- *Wilhelm Körner* in Mailand	1909 Jan. 7.
- *Friedrich Küstner* in Bonn	1910 Oct. 27.
- *Henry Le Chatelier* in Paris	1905 Dec. 14.
- *Philipp Lenard* in Heidelberg	1909 Jan. 21.
- *Gabriel Lippmann* in Paris	1900 Febr. 22.
- *Hendrik Antoon Lorentz* in Haarlem	1905 Mai 4.
- *Felix Marchand* in Leipzig	1910 Juli 28.
- *Friedrich Merkel* in Göttingen	1910 Juli 28.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Franz Mertens* in Wien	1900 Febr. 22.
- *Henrik Mohn* in Christiania	1900 Febr. 22.
- *Alfred Gabriel Nathorst* in Stockholm	1900 Febr. 8.
- *Karl Neumann* in Leipzig	1893 Mai 4.
- *Max Noether* in Erlangen	1896 Jan. 30.
- *Wilhelm Ostwald* in Gross-Bothen, Kgr. Sachsen	1905 Jan. 12.
- *Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889 Dec. 19.
- *Émile Picard* in Paris	1898 Febr. 24.
- *Edward Charles Pickering* in Cambridge, Mass.	1906 Jan. 11.
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879 März 13.
- *Ludwig Radlkofer* in München	1900 Febr. 8.
Sir *William Ramsay* in London	1896 Oct. 29.
Hr. *Gustaf Retzius* in Stockholm	1893 Juni 1.
- *Theodore William Richards* in Cambridge, Mass.	1909 Oct. 28.
- *Wilhelm Konrad Röntgen* in München	1896 März 12.
- *Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887 Oct. 20.
- *Georg Ossian Sars* in Christiania	1898 Febr. 24.
- *Oswald Schmiedeberg* in Strassburg	1910 Juli 28.
- *Gustav Schwalbe* in Strassburg	1910 Juli 28.
- *Hugo von Seeliger* in München	1906 Jan. 11.
Hermann Graf *zu Solms-Laubach* in Strassburg	1899 Juni 8.
Hr. *Ernest Solvay* in Brüssel	1913 Mai 22.
- *Johann Wilhelm Spengel* in Giessen	1900 Jan. 18.
- *Johannes Strüver* in Rom	1900 Febr. 8.
Sir *Joseph John Thomson* in Cambridge	1910 Juli 28.
Hr. *Gustav von Tschermak* in Wien	1881 März 3.
Sir *William Turner* in Edinburg	1898 März 10.
Hr. *Hermann von Vöchting* in Tübingen	1913 Jan. 16.
- *Woldemar Voigt* in Göttingen	1900 März 8.
- *Hugo de Vries* in Amsterdam	1913 Jan. 16.
- *Johannes Diderik van der Waals* in Amsterdam	1900 Febr. 22.
- *Otto Wallach* in Göttingen	1907 Juni 13.
- *Eugenius Warming* in Kopenhagen	1899 Jan. 19.
- *August Weismann* in Freiburg i. Br.	1897 März 11.
- *Emil Wiechert* in Göttingen	1912 Febr. 8.
- *Wilhelm Wien* in Würzburg	1910 Juli 14.
- *Julius von Wiesner* in Wien	1899 Juni 8.
- *Edmund B. Wilson* in New York	1913 Febr. 20.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl
Hr.	*Karl von Amira* in München	1900 Jan. 18.
-	*Ernst Immanuel Bekker* in Heidelberg	1897 Juli 29.
-	*Friedrich von Bezold* in Bonn	1907 Febr. 14.
-	*Eugen Bormann* in Wien	1902 Juli 24.
-	*Émile Boutroux* in Paris	1908 Febr. 27.
-	*James Henry Breasted* in Chicago	1907 Juni 13.
-	*Harry Bresslau* in Strassburg	1912 Mai 9.
-	*Ingram Bywater* in London	1887 Nov. 17.
-	*René Cagnat* in Paris	1904 Nov. 3.
-	*Arthur Chuquet* in Villemomble (Seine)	1907 Febr. 14.
-	*Franz Cumont* in Rom	1911 April 27.
-	*Samuel Rolles Driver* in Oxford	1910 Dec. 8.
-	*Louis Duchesne* in Rom	1893 Juli 20.
-	*Franz Ehrle* in Rom	1913 Juli 24.
-	*Paul Foucart* in Paris	1884 Juli 17.
-	*James George Frazer* in Cambridge	1911 April 27.
-	*Wilhelm Fröhner* in Paris	1910 Juni 23.
-	*Percy Gardner* in Oxford	1908 Oct. 29.
-	*Ignaz Goldziher* in Budapest	1910 Dec. 8.
-	*Francis Llewellyn Griffith* in Oxford	1900 Jan. 18.
-	*Ignazio Guidi* in Rom	1904 Dec. 15.
-	*Georgios N. Hatzidakis* in Athen	1900 Jan. 18.
-	*Albert Hauck* in Leipzig	1900 Jan. 18.
-	*Bernard Haussoullier* in Paris	1907 Mai 2.
-	*Barclay Vincent Head* in London	1908 Oct. 29.
-	*Johan Ludvig Heiberg* in Kopenhagen	1896 März 12.
-	*Karl Theodor von Heigel* in München	1904 Nov. 3.
-	*Antoine Héron de Villefosse* in Paris	1893 Febr. 2.
-	*Léon Heuzey* in Paris	1900 Jan. 18.
-	*Harald Hjärne* in Uppsala	1909 Febr. 25.
-	*Maurice Holleaux* in Paris	1909 Febr. 25.
-	*Edvard Holm* in Kopenhagen	1904 Nov. 3.
-	*Théophile Homolle* in Paris	1887 Nov. 17.
-	*Christian Hülsen* in Florenz	1907 Mai 2.
-	*Hermann Jacobi* in Bonn	1911 Febr. 9.
-	*Adolf Jülicher* in Marburg	1906 Nov. 1.
Sir	*Frederic George Kenyon* in London	1900 Jan. 18.
Hr.	*Georg Friedrich Knapp* in Strassburg	1893 Dec. 14.
-	*Basil Latyschew* in St. Petersburg	1891 Juni 4.
-	*Friedrich Leo* in Göttingen	1906 Nov. 1.
-	*August Leskien* in Leipzig	1900 Jan. 18.
-	*Friedrich Loofs* in Halle a. S.	1904 Nov. 3.
-	*Giacomo Lumbroso* in Rom	1874 Nov. 12.
-	*Arnold Luschin von Ebengreuth* in Graz	1904 Juli 21.

Philosophisch-historische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *John Pentland Mahaffy* in Dublin	1900 Jan. 18.
- *Gaston Maspero* in Paris	1897 Juli 15.
- *Wilhelm Meyer-Lübke* in Wien	1905 Juli 6.
- *Ludwig Mitteis* in Leipzig	1905 Febr. 16.
Sir *James Murray* in Oxford	1913 Febr. 6.
Hr. *Axel Olrik* in Kopenhagen	1911 April 27.
- *Georges Perrot* in Paris	1884 Juli 17.
- *Edmond Pottier* in Paris	1908 Oct. 29.
- *Franz Praetorius* in Breslau	1910 Dec. 8.
- *Wilhelm Radloff* in St. Petersburg	1895 Jan. 10.
- *Pio Rajna* in Florenz	1909 März 11.
- *Moriz Ritter* in Bonn	1907 Febr. 14.
- *Karl Robert* in Halle a. S.	1907 Mai 2.
- *Edward Schröder* in Göttingen	1912 Juli 11.
- *Richard Schroeder* in Heidelberg	1900 Jan. 18.
- *Eduard Schwartz* in Freiburg i. Br.	1907 Mai 2.
- *Émile Senart* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Eduard Sievers* in Leipzig	1900 Jan. 18.
Sir *Edward Maunde Thompson* in London	1895 Mai 2.
Hr. *Vilhelm Thomsen* in Kopenhagen	1900 Jan. 18.
- *Ernst Troeltsch* in Heidelberg	1912 Nov. 21.
- *Paul Vinogradoff* in Oxford	1911 Juni 22.
- *Girolamo Vitelli* in Florenz	1897 Juli 15.
- *Jakob Wackernagel* in Göttingen	1911 Jan. 19.
- *Julius Wellhausen* in Göttingen	1900 Jan. 18.
- *Adolf Wilhelm* in Wien	1911 April 27.
- *Ludvig Wimmer* in Kopenhagen	1891 Juni 4.
- *Wilhelm Windelband* in Heidelberg	1903 Febr. 5.
- *Wilhelm Wundt* in Leipzig	1900 Jan. 18.

INHABER DER HELMHOLTZ-MEDAILLE.

Hr. *Santiago Ramón y Cajal* in Madrid (1904).
- *Emil Fischer* in Berlin (1908).
- *Simon Schwendener* in Berlin (1912).

INHABER DER LEIBNIZ-MEDAILLE.

a. Der Medaille in Gold.

Hr. *James Simon* in Berlin (1907).
- *Ernest Solvay* in Brüssel (1909).
- *Henry T. von Böttinger* in Elberfeld (1909).

Joseph Florimond Duc *de Loubat* in Paris (1910).

Hr. *Hans Meyer* in Leipzig (1911).
Frl. *Elise Koenigs* in Berlin (1912).
Hr. *Georg Schweinfurth* in Berlin (1913).

b. Der Medaille in Silber.

Hr. *Karl Alexander von Martius* in Berlin (1907).
- *A. F. Lindemann* in Sidmouth, England (1907).
- *Johannes Bolte* in Berlin (1910).
- *Karl Zeumer* in Berlin (1910).
- *Albert von Le Coq* in Berlin (1910).
- *Johannes Ilberg* in Wurzen (1910).
- *Max Wellmann* in Potsdam (1910).
- *Robert Koldewey* in Babylon (1910).
- *Gerhard Hessenberg* in Breslau (1910).
- *Werner Janensch* in Berlin (1911).
- *Hans Osten* in Leipzig (1911).
- *Robert Davidsohn* in Florenz (1912).
- *N. de Garis Davies* in Kairo (1912).
- *Edwin Hennig* in Berlin (1912).
- *Hugo Rabe* in Hannover (1912).
- *Joseph Emanuel Hibsch* in Tetschen (1913).
- *Karl Richter* in Berlin (1913).
- *Hans Witte* in Schwerin (1913).
- *Georg Wolff* in Frankfurt a. M. (1913).

BEAMTE DER AKADEMIE.

Bibliothekar und Archivar der Akademie: Dr. *Köhnke*, Prof.
Archivar und Bibliothekar der Deutschen Commission: Dr. *Behrend*.
Wissenschaftliche Beamte: Dr. *Dessau*, Prof. — Dr. *Harms*, Prof. — Dr. *von Fritze*, Prof. — Dr. *Karl Schmidt*, Prof. — Dr. Frhr. *Hiller von Gaertringen*, Prof. — Dr. *Ritter*, Prof. — Dr. *Apstein*, Prof. — Dr. *Paetsch*. — Dr. *Kuhlgatz*.

WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER UND DER BEAMTEN.

Hr. Dr. *von Auwers*, Prof., Wirkl. Geh. Oberregierungsrath, Lichterfelde-West, Bellevuestr. 55.
- - *Beckmann*, Prof., Geh. Regierungsrath, Dahlem (Post: Lichterfelde-West), Thielallee 67.
- - *Branca*, Prof., Geh. Bergrath, Schaperstr. 15. W 15.
- - *Brandl*, Prof., Geh. Regierungsrath, Kaiserin-Augusta-Str. 73. W 10.
- - *Brunner*, Prof., Wirkl. Geh. Rath, Lutherstr. 36. W 62.
- - *Burdach*, Prof., Geh. Regierungsrath, Grunewald, Schleinitzstr. 6.
- - *Conze*, Professor, Grunewald, Wangenheimstr. 17.
- - *Diels*, Prof., Geh. Oberregierungsrath, Nürnberger Str. 65. W 50.
- - *Dressel*, Professor, Kronenstr. 16. W 8.
- - *Engler*, Prof., Geh. Oberregierungsrath, Dahlem (Post: Steglitz), Altensteinstr. 2.
- - *Erdmann*, Prof., Geh. Regierungsrath, Lichterfelde-Ost, Marienstr. 6.
- - *Erman*, Prof., Geh. Regierungsrath, Dahlem (Post: Steglitz), Peter-Lenné-Str. 36.
- - *Fischer*, Prof., Wirkl. Geh. Rath, Hessische Str. 2. N 4.
- - *Frobenius*, Prof., Geh. Regierungsrath, Charlottenburg 2, Leibnizstr. 83.
- - *de Groot*, Prof., Geh. Regierungsrath, Lichterfelde-West, Dahlemer Str. 69.
- - *Haberlandt*, Prof., Geh. Regierungsrath, Dahlem (Post: Steglitz), Königin-Luise-Str. 1.
- - *Harnack*, Prof., Wirkl. Geh. Rath, Grunewald, Kunz-Buntschuh-Str. 2.
- - *Hellmann*, Prof., Geh. Regierungsrath, Margaretenstr. 2/3. W 10.
- - *Helmert*, Prof., Geh. Oberregierungsrath, Potsdam, Geodätisches Institut.
- - *Hertwig*, Prof., Geh. Medicinalrath, Grunewald, Wangenheimstr. 28.
- - *Heusler*, Professor, Viktoria-Luise-Platz 12. W 30.
- - *Hirschfeld*, Prof., Geh. Regierungsrath, Charlottenburg 2, Mommsenstr. 6.
- - *Koser*, Wirkl. Geh. Rath, Charlottenburg 2, Carmerstr. 10.
- - *Lenz*, Prof., Geh. Regierungsrath, Augsburger Str. 39. W 50.
- - *Liebisch*, Prof., Geh. Bergrath, Westend, Leistikowstr. 2.
- - *Loeschcke*, Prof., Geh. Regierungsrath, Hindersinstr. 6. NW 40.
- - *Lüders*, Professor, Charlottenburg 4, Sybelstr. 19.
- - *Martens*, Prof., Geh. Oberregierungsrath, Dahlem (Post: Lichterfelde-West), Fontanestr. 22.
- - *Meyer, Eduard*, Prof., Geh. Regierungsrath, Lichterfelde-West, Mommsenstr. 7/8.
- - *Meyer, Kuno*, Professor, Charlottenburg 4, Niebuhrstr. 11a.
- - *Morf*, Prof., Geh. Regierungsrath, Halensee, Kurfürstendamm 100.
- - *Müller*, Professor, Zehlendorf, Berliner Str. 14.
- - *Müller-Breslau*, Prof., Geh. Regierungsrath, Grunewald, Kurmärkerstr. 8.
- - *Nernst*, Prof., Geh. Regierungsrath, Am Karlsbad 26a. W 35.
- - *Norden*, Prof., Geh. Regierungsrath, Lichterfelde-West, Karlstr. 26.

Hr. Dr. *Orth*, Prof., Geh. Medicinalrath, Grunewald, Humboldtstr. 16.
- - *Penck*, Prof., Geh. Regierungsrath, Knesebeckstr. 48/49. W 15.
- - *Planck*, Prof., Geh. Regierungsrath, Grunewald, Wangenheimstr. 21.
- - *Roethe*, Prof., Geh. Regierungsrath, Westend, Ahornallee 39.
- - *Rubens*, Prof., Geh. Regierungsrath, Neue Wilhelmstr. 16. NW 7.
- - *Rubner*, Prof., Geh. Medicinalrath, Kurfürstendamm 241. W 50.
- - *Sachau*, Prof., Geh. Oberregierungsrath, Wormser Str. 12. W 62.
- - *Schäfer*, Prof., Grossherzogl. Badischer Geh. Rath, Steglitz, Friedrichstr. 7.
- - *von Schmoller*, Prof., Wirkl. Geh. Rath, Wormser Str. 13. W 62.
- - *Schottky*, Prof., Geh. Regierungsrath, Steglitz, Fichtestr. 12a.
- - *Schuchhardt*, Prof., Geh. Regierungsrath, Lichterfelde-Ost, Teltower Str. 139.
- - *Schulze, Franz Eilhard*, Prof., Geh. Regierungsrath, Invalidenstr. 43. N 4.
- - *Schulze, Wilhelm*, Prof., Geh. Regierungsrath, Kaiserin-Augusta-Str. 72. W 10.
- - *Schwarz*, Prof., Geh. Regierungsrath, Grunewald, Humboldtstr. 33.
- - *Schwarzschild*, Prof., Geh. Regierungsrath, Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium.
- - *Schwendener*, Prof., Geh. Regierungsrath, Matthäikirchstr. 28. W 10.
- - *Seckel*, Prof., Geh. Justizrath, Charlottenburg 5, Witzlebenplatz 3.
- - *Seler*, Professor, Steglitz, Kaiser-Wilhelm-Str. 3.
- - *Struve*, Prof., Geh. Regierungsrath, Babelsberg, Sternwarte.
- - *Stumpf*, Prof., Geh. Regierungsrath, Augsburger Str. 45. W 50.
- - *Waldeyer*, Prof., Geh. Obermedicinalrath, Lutherstr. 35. W 62.
- - *Warburg*, Prof., Wirkl. Geh. Oberregierungsrath, Charlottenburg 2, Marchstr. 25b.
- - *von Wilamowitz-Moellendorff*, Prof., Wirkl. Geh. Rath, Westend, Eichenallee 12.
- - *Zimmermann*, Wirkl. Geh. Oberbaurath, Calvinstr. 4. NW 52.

Hr. Dr. *Apstein*, Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Flemingstr. 5. NW 52.
- - *Behrend*, Archivar und Bibliothekar der Deutschen Commission, Lichterfelde-West, Knesebeckstr. 8a.
- - *Dessau*, Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Charlottenburg 4, Leibnizstr. 57.
- - *von Fritze*, Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Courbièrestr. 14. W 62.
- - *Harms*, Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Friedenau, Ringstr. 44.
- - Freiherr *Hiller von Gaertringen*, Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Westend, Ebereschenallee 11.
- - *Köhnke*, Professor, Bibliothekar und Archivar, Charlottenburg 2, Goethestr. 6.
- - *Kuhlgatz*, Wissenschaftlicher Beamter, Paulstr. 13. NW 52.
- - *Paetsch*, Wissenschaftlicher Beamter, Nollendorfstr. 29/30. W 30.
- - *Ritter*, Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Friedenau, Hertelstr. 3.
- - *Schmidt, Karl*, Professor, Wissenschaftlicher Beamter, Lutherstr. 34. W 62.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1914.
I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

Hr. Erdmann las über Psychologie des Eigensprechens.

Es wurden die drei beim sogenannten Willkürsprechen ineinander laufenden Prozesse des formulirten Denkens, der emotionalen Bedingungen für die Innervation der Sprachmuskulatur und die seelischen Vor- und Nachwirkungen des Gesprochenen auf den Sprechenden einer psychologischen Analyse unterzogen.

Psychologie des Eigensprechens.

Von Benno Erdmann.

Vor mehr als 60 Jahren hat Jacob Grimm, durch eine Anregung Schellings mitbestimmt, im Kreise unserer Akademie »über den Ursprung der Sprache« gelesen, und damit das Thema einer Preisaufgabe wieder aufgenommen, die 80 Jahre vordem von der Akademie gestellt und von Herder gelöst worden war. In Grimms mit Recht vielbenutzter Rede kam der erstaunliche Reichtum eines grammatischen Denkens, das an den germanischen Sprachen vorbildlich geschult war, zu feinsinnigem Ausdruck. Auf die psychologische Analyse des sprachlichen Denkens legte der Großmeister der deutschen Philologie, den Antrieben seiner historisch-grammatischen Arbeitsweise wie dem Zuge seiner Zeit folgend, kein Gewicht, obgleich durch solche Analyse seit Berkeley und Hartley, zuletzt bei uns durch Wilhelm von Humboldt, freilich in vieldeutiger Allgemeinheit, nicht Geringes zutage gefördert worden war.

Diese stillschweigende Ablehnung ist in den Kreisen der Philologie und Sprachwissenschaft bis zur Gegenwart herrschend geblieben. Sie hat sich gelegentlich sogar, selbst bei psychologisch interessierten Grammatikern, bis zu ausdrücklicher Abweisung gesteigert. Und doch hat die Sprachpsychologie, obschon sie ein Stiefkind auch der psychologischen Forschung geblieben ist, in dem letzten halben Jahrhundert bedeutsamere Fortschritte aufzuweisen, als in den anderthalb Jahrhunderten vorher. Eingeleitet wurden sie durch die Synthese der empirischen Psychologie Herbarts mit den spekulativen Ideen Wilhelm von Humboldts, die Steinthal vollzogen hat. Sie erreichten einen noch nicht überschrittenen Höhepunkt in der reich entwickelten, allerdings angesichts der verwirrenden Fülle der Erscheinungen noch in vollem Fluß befindlichen Symptomenlehre und Theorie der aphatischen und ataktischen Sprachstörungen, deren Anfänge Broca im Kampf gegen die damals herrschende Lehre Flourens' von der Indifferenz der Großhirnfunktionen durchgesetzt hat, an deren ertragreicher Weiterbildung sich insbesondere Kussmaul, Charcot, Wernicke und Lichtheim beteiligt

haben. Um die Mitte der achtziger Jahre endlich setzten die experimentellen psychologischen Untersuchungen ein, als deren Urheber vor allen James McKeen Cattell zu gelten hat.

Gleichviel welche Ursachen jene Ablehnung bedingen — die Hemmungen und Störungen kommen von beiden Seiten —: eine wechselseitige Förderung der verschiedenen, demselben Gegenstande zugewandten Untersuchungen kann nicht ausbleiben. Sie bricht sich auf Grund des wieder ansteigenden Interesse für die philosophischen Probleme in der jungen Generation deutlich Bahn.

Dem Wunsch, zu solcher Förderung von philosophischer Seite aus beizusteuern, sind die nachstehenden Erörterungen entsprungen. Sie sollen zugleich eine frühere Untersuchung über »Erkennen und Verstehen« weiterführen.

Ein erstes allgemeines Ergebnis der neueren sprachpsychologischen Untersuchungen ist, daß die Erscheinungen des sprachlichen Lebens sehr viel verwickelter sind, als die überlieferten grammatischen Feststellungen und die früheren psychologischen Untersuchungen erkennen lassen.

Schon auf Grund der älteren psychologischen Analysen wußte man »die innere Sprache« (*le language intérieur*), das stille formulierte Denken, von den Haupttypen der »äußeren Sprache«, dem Sprechen und Schreiben, wohl zu trennen. Auch die Unterscheidung der gehörten und gesehenen Worte (*voces, nomina*), also der Wahrnehmungen der zweckmäßig so zu nennenden akustischen und optischen spezifischen Worte, von ihren Bedeutungsinhalten (*significationes*) ist früherworbener philosophischer Besitz, den schon Berkeley für seine Associationstheorie der Sprache (*suggestion*) eindringend verwertet hat. Seit alters endlich hatte sich eine ungefähre Einsicht in die Stufen individueller menschlicher Sprachentwicklung aufgedrängt: die erste des beginnenden Verständnisses der Lautsprache und des mit ihm einsetzenden stillen formulierten Denkens; die zweite der noch jetzt zumeist sogenannten »Willkürsprache« und deren Bedeutung für die Sprachformen der ersten Stufe; endlich die dritte des Lesens und Schreibens. Man wußte auch früh, daß die Anfänge der beiden ersten Stufen Naturprodukte unserer Organisation sind, die dritte dagegen in allen Variationen der optischen Sprachsymbolik ein spätes Produkt unserer Kultur ist.

Hinzugekommen sind fürs erste durch Charcot und seine Schule die repräsentativen Typen der inneren Sprache, der sprachlichen Akustiker und Kinästhetiker (Motoriker), sowie für die dritte Stufe der sprachlichen Optiker (mit der Unterform der Graphiker). Der psychologische Gewinn dieser differentialdiagnostischen Scheidungen ist allerdings nur allmählich zutage getreten. Die Einseitigkeiten und

Übertreibungen der ersten Unterscheidungen mußten durch die Erkenntnis mannigfacher Neben- und Zwischentypen des normalen Sprachverlaufs beseitigt werden. Es bedurfte ferner der erst durch Raymond Dodges sorgsame Feststellungen möglich gewordenen Einsicht, daß auch die »motorischen Sprachvorstellungen« nicht durch Innervationsempfindungen, sondern durch motorische Sensationen ausgelöst werden.

Neu sind ebenso vielfache Unterscheidungen innerhalb der äußeren Sprachtypen, die der notwendig gewordenen Differenzierung der aphatischen Symptomenkomplexe zu danken sind, z. B. des Eigensprechens, des akustisch vermittelten Nachsprechens und des optisch ausgelösten lauten Lesens, ebenso des Eigenschreibens, des Diktatschreibens, des zusammenziehenden Nachschreibens, des Abschreibens usw., endlich der vielfältigen Sprachstörungen in allen diesen Sprachformen.

Experimentellen psychologischen Analysen ist die genauere Bestimmung der Erkenntnisbedingungen beim Lesen entsprungen, die das Vorurteil des durchgängig buchstabierenden Lesens der Buchstabenschrift wohl für immer beseitigt und deutlich gemacht haben, daß das optische Erkennen beim Lesen, wie das optische Erkennen überhaupt, durchweg nicht im Verlauf der reagierenden Augenbewegungen, sondern bei relativ ruhendem Auge erfolgt. Ein buchstabierendes Lesen innerhalb der Lesepausen ist auf die besonderen Fälle der ersten Stadien des Lesenlernens sowie des entziffernden Lesens und mancher Formen von Lesestörungen eingeschränkt.

Fortbildungen der Theorie der Abstraktion endlich, mit denen diese Aufzählung geschlossen sei, haben zu einem Ergebnis geführt, das den ganzen Inbegriff der Sprachtypen durchleuchtet und altüberlieferte Annahmen über die Beziehung der spezifischen Worte zu ihren Bedeutungsinhalten erheblich modifiziert. Ihnen zufolge entsprechen den modal verschiedenen akustischen, motorischen und optischen Wahrnehmungen der spezifischen Worte nicht nur Worterinnerungen und (unter seltenen Bedingungen) Einbildungs-Wortvorstellungen, sondern in weitestem Umfang auch abstrakte Wortvorstellungen, abstrakte Vorstellungen also der modal verschiedenen spezifischen Worte selbst. Hierdurch erst ist es möglich geworden, alle Arten der spezifischen Worte, mit Einschluß also der Wortwahrnehmungen, den Vorstellungen im weiteren Sinne, d. i. den intellektuellen Bewußtseinsinhalten, einzuordnen. So fallen alle Arten des sprachlichen Lebens, nicht nur das stille formulierte Denken, sondern auch alle inneren Bedingungen der muskulären Innervation für die äußeren Sprachformen, in das Gebiet der seelischen Vorgänge.

Auf Grund solcher erweiternden Modifikation der Überlieferung ist die Beziehung zwischen Sprechen und Denken ein Spezialfall

der associativen Beziehungen und der auf diese gegründeten Reproduktionsvorgänge des seelischen Lebens, die Psychologie der Sprache also ein integrierender Bestandteil der Psychologie überhaupt geworden.

Je durchgreifender hiernach der Zusammenhang der sprachlichen mit den seelischen Lebensvorgängen ist, desto ausgiebiger ist dafür gesorgt, daß der Boden der hierhergehörigen Bewußtseinstatsachen noch auf lange hinaus des gleichmäßigen induktiven Anbaues spottet. Die Deutung auch dieser Tatsachen ist vielmehr von allen den verschiedenen Standpunkten abhängig geblieben, von denen aus wir in den Bewußtseinsbestand hineinschauen und dessen Bedingungen hypothetisch konstruieren, in der modernen psychologischen Forschung nicht weniger als in der früheren. Es ist der Zwang der Sache, nicht ein Vorurteil der Überlieferung, der den Zusammenhang der Psychologie mit den übrigen philosophischen Disziplinen unlösbar macht. Eine von der Philosophie auch nur äußerlich abgetrennte Psychologie wäre ein verlorener Posten, wie alle Philosophie, die da meint, des Tatsachenbodens der Psychologie entraten zu können, nur neue Wege zu jenen Hypothesenkonstruktionen eröffnet, die nicht aus den Phänomenen folgen, sondern gewaltsam in sie hineingedeutet werden. Wird die Verschiedenheit der Aufgaben im Auge behalten und dementsprechend die Eigenart der Methoden gewahrt, so kann der unaufhebbare Einfluß der einen Gedankenarbeit auf die andere auch hier nur fördernd wirken.

Mehr als die Erkenntnis der übrigen Sprachformen hat die Analyse des formulierten Denkens unter der eben berührten Sachlage gelitten. Denn entscheidend drängt sich bei dieser Analyse von vornherein die Frage nach dem Sinn des Denkens auf, die mit den logischen und erkenntnistheoretischen Problemen auf das engste verflochten ist.

Hier hilft nichts als vorweg möglichst präzis und doch möglichst allgemein festzulegen, was unter »Denken« verstanden werden soll.

Als formuliertes Denken fasse ich das prädikativ geprägte Urteilen. Jedes prädikative Urteil oder jeder formulierte Gedanke ist demnach im Sinne des Sprachgebrauchs, den die allgemeinste der mathematischen Wissenschaften geschaffen und durch eine Fülle spezieller Bestimmungen präzisiert hat, ein zweigliedriger Inbegriff. In den einfacheren Urteilsformen sind diese Glieder das Subjekt und das Prädikat; in den komplizierteren hypothetischen Urteilsgefügen bilden sie die Hypothesis und die Thesis. In beiden Fällen ist die Beziehung, die den Inbegriff bedingt, also die in ihm verknüpften Gegenstände zu Gliedern des Urteils prägt, die logische Kopula. In den einfacheren Urteilsarten ist sie die prädikative Beziehung im engeren Sinne; in den hypo-

thetischen Gefügen ist sie die prädikative Konsequenzbeziehung (temporale, kausale, teleologische oder logische, also Antecedens und Konsequens, Ursache und Wirkung, Zweck und Mittel, Grund und Folge) Der Begriff des formulierten Urteils ist demnach so weit zu nehmen, daß er alle prädikativ geprägten Gedanken umfaßt. Er umspannt demgemäß nicht nur die Behauptungen mit dem ihnen eigenen Geltungsbewußtsein, sondern auch die (emotional gefärbten Problem-) Fragen, weiterhin die Fragen jeder Art, sowie endlich die unter den »Nominaldefinitionen« der logischen Überlieferung versteckten Benennungen. Die Begriffe sind die durch allgemeingültige Urteile bestimmten Gegenstände des wissenschaftlichen Denkens, also die durch Definitionen, Einteilungen usw. zu Bestandteilen des Denkens erhobenen Gegenstände desselben. Der Satz ist die sprachliche Formulierung des so bestimmten Urteils oder Gedankens. Er verträgt und fordert auch in seiner reichsten Periodengestaltung die Reduktion auf ein und nur ein grammatisches Subjekt und Prädikat oder, bei den hypothetischen Sätzen, auf Vorder- und Nachsatz. Ebenso entspricht der logischen Kopula in jedem Satz und in jedem verbal formulierten Satzwort eine grammatische Kopula. Diese ist also nicht auf die Nominalsätze und in keinem Nominalsatz lediglich auf die Formen des Hilfszeitworts zu beschränken.

Das formulierte Denken ist jedoch im Sinne von Ausführungen, die ich anderswo gegeben habe und hier in einem Punkt verdeutliche, nur eine Art unseres Denkens. Der Inbegriff des formulierten Urteils setzt, wie jeder Inbegriff, ein Vergleichen und Unterscheiden voraus: dieses, sofern die Glieder als Subjekt und Prädikat, Hypothesis und Thesis voneinander verschieden, jenes, sofern sie als Glieder des Inbegriffs aufeinander bezogen sind. Es bleibt also, wenn wir von dem prädikativen Charakter der Beziehung absehen, dies jedem Inbegriff eigene Vergleichen und Unterscheiden. Indem wir die Voraussetzung machen, die hier nicht spezieller erörtert werden soll, daß jedes Unterscheiden ein Vergleichen, jedes Vergleichen ein Unterscheiden einschließt, dürfen wir sagen, daß alles Beziehen von Gegenständen aufeinander ein Vergleichen und Unterscheiden ist. In diesem Vergleichen und Unterscheiden haben wir ein Recht, das Wesen des Denkens überhaupt zu sehen, wenn sich zeigen läßt, daß es auch ohne Formulierung durch die Sprache erfolgen kann und alle sonst anzunehmenden Arten des Denkens sich als Vorgänge des Beziehens erweisen lassen. Nicht notwendig ist, wie sich fast von selbst versteht, daß der Vorgang des Vergleichens und Unterscheidens in jedem verglichenen und unterschiedenen Bewußtseinsbestand tatsächlich angetroffen werde; genug, wenn er für jeden so bestimmten Gegenstand als sachliche Bedingung seiner Möglichkeit vorausgesetzt werden muß.

Nun steht die Realität eines Vergleichens und Unterscheidens, das nicht formuliert erfolgt, außer Zweifel. Es bedarf nicht einmal der objektiven Symbole, mit denen der Geometer die Gegenstände seiner Definitionen in der Wahrnehmung oder in abgeleiteten Raumvorstellungen annähernd realisiert. Es kann im wissenschaftlichen, künstlerischen, technischen und im engeren Sinne praktischen Denken den sachlichen Gegenständen unmittelbar zugewendet sein. Und solche Gegenstände können für das unformulierte wie für das formulierte Denken materiale Bewußtseinsinhalte jeder Art sein, emotionelle nicht weniger als intellektuelle, und von den intellektuellen nicht nur abgeleitete (Erinnerungen usw.), sondern auch gegenwärtige Wahrnehmungen, die abgeleiteten endlich bis hin zu den verwickeltsten und entlegensten Inbegriffen. Ich bezeichne dieses unformulierte Denken, sofern die Aufmerksamkeit in ihm um den sachlichen Bestand der Gegenstände konzentriert ist, als intuitives.

Nunmehr können wir das eigentliche Thema unserer Analyse in Angriff nehmen.

Das sinnvolle Eigensprechen setzt sich aus drei ineinanderlaufenden, also nur künstlich zu trennenden Prozessen zusammen: dem stillen formulierten Denken, der auf Grund dieses Denkens zur Phonation leitenden emotionellen Innervation der Sprachorgane und der nachträglichen Wahrnehmung der gesprochenen Worte mit ihren Folgewirkungen.

Um die Darstellung übersichtlich zu halten, beschränken wir uns in der Hauptsache auf die geläufige muttersprachliche Eigenrede. Wir wollen also voraussetzen, daß dem Sprechenden das Bewußtseinsmaterial der Bedeutungen und der spezifischen Worte jeder Art sowie demgemäß der Inbegriff der entsprechenden Gedächtnisresiduen zur ungehemmten Verfügung stehe, daß die Urteilsprägung in ihrer sprachlichen Formulierung gewohnt sei, daß die Innervation der Sprachorgane auf betretenen Pfaden ungestört erfolge, daß endlich auch die nachträglichen Wahrnehmungen der gesprochenen Worte und die Reproduktionen, die sich an diese Wortwahrnehmungen anschließen, keinen Hindernissen begegnen.

Daß das stille formulierte Denken eine notwendige Bedingung des sinnvollen Eigensprechens ist, bedarf keiner Begründung, wohl aber einiger Erläuterung.

Das intuitive Denken fordert die diskursive sprachliche Formulierung, wo immer es darauf ankommt, seinen sachlichen Bestand gedächtnismäßig zu fixieren, zu analysieren und damit zu präzisieren, durch Beweis zu begründen und mitteilbar zu machen. Das sprachlos Verglichene und Unterschiedene und in solchem Vergleichen und Unter-

scheiden Geschaute muß also, soll es in die äußere Sprache umgesetzt werden, in die formulierte Urteilsprägung eingehen.

Je reicher freilich der intuitiv erfaßte Bewußtseinsbestand ist — er kann eine unübersehbare Fülle von Ideen oder intuitiven Gedanken in sich bergen —, um so weniger vollständig wird dieser Gedankengehalt von der prädikativen Formulierung ergriffen. Die Formulierung bleibt also der Regel nach unvollständig. Sie ergreift den intuitiven Gedankengehalt nur so weit, wie das Ausdrucksbedürfnis oder wie das Vermögen des Ausdrucks reicht.

Die Fälle formulierten Denkens, die der Analyse am leichtesten zugänglich sind, liegen dann vor, wenn der Bedeutungsbestand bewußt, also durch Bedeutungsvorstellungen gegeben ist.

Durch jede Art von Vorstellungen kann dieser bewußte Bedeutungsbestand gegeben sein.

Fürs erste also durch Vorstellungen, die in gegenwärtiger Sinnes- oder Selbstwahrnehmung unmittelbar gegeben, d. h. präsent sind.

Die Bedeutungsvorstellungen, die in solcher Sinneswahrnehmung vorliegen und gedanklich formuliert werden, sind zumeist sachlichen Charakters. Sie können aber auch spezifische Wahrnehmungsworte sein. In diesem Fall stehen sie hier natürlich nur in Frage, soweit ihr gegenwärtiger Wahrnehmungsbestand gemäß seinem akustischen, optischen oder motosensorischen Charakter gedanklich formuliert werden soll. Ihr grammatischer Bestand kommt also nur so weit in Betracht, als er in dem vorliegenden Wahrnehmungsgehalt, in den Sensationen der Artikulationsbewegungen, in den Klängen und Geräuschen oder (für die Buchstabenschrift) in den optischen Symbolen der Laute zutage tritt. Der ihnen eigene sachliche Bedeutungsgehalt dagegen gehört, wo sie selbst, die spezifischen Worte, in ihrem gegenwärtigen Wahrnehmungsbestand Bedeutungsinhalte für die Formulierung sind, nicht hierher. Soweit er gleichfalls in der Wahrnehmung auftritt, ist er bei dieser Betrachtung den sachlichen Wahrnehmungen zuzurechnen; soweit er über die vorliegenden Wahrnehmungen hinausführt, ist hier von ihm überhaupt abzusehen.

Die Selbstwahrnehmung dagegen ist in weitestem Umfang zu nehmen. Sie umfaßt das ganze Gebiet der gegenwärtigen intellektuellen wie emotionellen Bewußtseinsinhalte. Die Annahme Comtes, daß die Bewußtseinsinhalte der Selbstwahrnehmung schlechthin unzugänglich seien, bedarf hier keiner Widerlegung; ebensowenig die metaphysisch fundierte Behauptung Schopenhauers, daß die Selbstwahrnehmung uns nur als wollend, also nur in unserem emotionellen Bewußtsein offenbare. Vorausgesetzt sei ferner, was allmählich selbstverständlich geworden sein sollte, daß jeder in der Selbstwahrnehmung erfaßte emotio-

nelle Bewußtseinsinhalt eben dadurch zu einem gegenständlichen, d. i. zu einem Vorstellungsinhalt von Emotionen wird.

Der bewußte Bedeutungsbestand des stillen formulierten Denkens ist jedoch nichts weniger als durchgängig durch die Präsente gegenwärtiger Wahrnehmung bedingt, also durch einen Erkenntnisprozeß, der auf Grund gegenwärtiger Wahrnehmungsreize ausgelöst ist. Schon im Fortgang des auf diese Weise ausgelösten Denkens sind die auslösenden Reize für die associative Reproduktion der Bedeutungsvorstellungen nicht mehr die Residualkomponenten der vorliegenden Wahrnehmungsinhalte, sondern die mit diesen Komponenten associativ verknüpften, durch sie selbständig reproduzierten Gedächtnisresiduen. Diese sind es, die bei hinreichender reproduktiver Energie als Bedeutungsvorstellungen bewußt werden. Das Bedeutungsbewußtsein des stillen formulierten Denkens vollzieht sich dann in einem Verlauf abgeleiteter Vorstellungen, also von Repräsenten der Erinnerung, der Abstraktion, die ja nur einen Spezialfall der Erinnerung bildet, sowie der Einbildung in jenem verwickelten Ineinander, das die geschulte Selbstbeobachtung in jedem Augenblick unseres ausgebildeten Vorstellungsverlaufs erkennbar macht.

Auf weitere Verwicklungen des bewußten Bedeutungsbestandes und Bedeutungsverlaufs sei hier nur hingedeutet.

So ist es nicht überflüssig daran zu erinnern, daß auch die abgeleiteten Bedeutungsinhalte nicht immer sachlicher Natur sind. Sie können philologisch-sprachliche oder rein grammatische Bestimmungen enthalten oder solchen ausschließlich angehören. Wenn sie sachlich orientiert sind, können ferner neben den eigentlich gemeinten Bedeutungen sachliche Synopsien aller Formen, die diese Bedeutungen symbolisieren, oder sprachlich abgeleitete Symbole, z. B. mathematische oder stöchiometrische Ideogramme, im Bewußtsein auftreten. Unter Umständen können diese Symbole das eigentlich Gemeinte im Bewußtsein ausschließlich repräsentieren. Der Bedeutungsverlauf vollzieht sich endlich unter allen diesen Umständen in unablässigem, teils objektiv, teils subjektiv bedingtem Wechsel der Aufmerksamkeit. Ihn kennzeichnet ein unaufhörliches Überfließen von Ober- und Unterbewußtsein, Haupt- und Nebendenken, das im einzelnen durch alle jene Hemmungen und Förderungen der Reproduktionsspannung der Aufmerksamkeit bestimmt ist, die der Wechsel der äußeren und inneren Reizlage für das Bewußtsein mit sich bringt.

Damit stehen wir an der Grenze zu einem umfassenderen Gebiet des Bedeutungsbestandes, den das sinnvolle Eigensprechen darbietet.

Denn schon aus dem zuletzt Gesagten ergibt sich, daß der jeweilige Bewußtseinsbestand der Bedeutungsinhalte im formulierten

Denken zumeist viel ärmer ist, als der Inbegriff der reproduktiven Bedeutungserregungen, die ihn bedingen. Unaufhörlich steigen aus den Tiefen dieser unbewußt bleibenden Bedeutungserregungen emotionell gefärbte Bedeutungsvorstellungen über die Schwelle des Bewußtseins, teils im Unterbewußtsein verharrend, teils die Höhen des Oberbewußtseins gewinnend. Schon das anschaulich symbolische Denken läßt, wie oben anzudeuten war, gelegentlich den eigentlich gemeinten Bedeutungsinhalt im Bewußtsein zu einem Minimum abschwellen. Erst recht gilt solche mögliche Einschränkung erfahrungsmäßig für die ideogrammatisch verkürzte Gedankensymbolik. Aber auch wo alle solche Bedeutungssymbole fehlen, ist es für den einigermaßen Geschulten leicht, festzustellen, wie sich jene unbewußt bleibenden Bedeutungserregungen unaufhörlich durch ihre Bewußtseinswirkungen merkbar machen. Handelt es sich endlich gar um oft wiederholte Bedeutungsreihen, so kann beim sinnvollen Eigensprechen wie bei der inneren Sprache das Denken jenen unanschaulichen Typus darbieten, der kaum eine Spur von Bedeutungsvorstellungen konstatierbar macht und so den Schein eines »reinen« Denkens erzeugt. Ich finde es nirgends erwähnt, habe es allerdings auch erst verstehen gelernt, nachdem ich auf ganz anderen Wegen diese Einsicht gewonnen hatte, daß schon Berkeley auf solche Bewußtseinstatsachen aufmerksam geworden ist. Er führt in seiner Kritik der überlieferten Lehre von den abstrakten Allgemeinvorstellungen (*A Treatise concerning the Principles of Human Knowledge, Introd.* § 19) aus: »Daß sehr viel Worte bei wissenschaftlich Gebildeten in Gebrauch sind, die anderen nicht durchweg bestimmte Einzelvorstellungen suggerieren, wird niemand leugnen wollen. Und ein wenig Aufmerksamkeit wird entdecken lassen, daß (selbst im strengsten schließenden Denken) signifikante Worte, solche also, die Bedeutungsinhalte bezeichnen (*significant names that stand for ideas*), nicht notwendig in jedem Gebrauchsfall die Vorstellungen erregen, die durch sie bezeichnet werden. Beim Lesen und Sprechen werden die Worte zumeist wie die Buchstaben in der Algebra gebraucht, bei der zu richtigem Fortschritt des Denkens, obgleich durch jeden Buchstaben eine bestimmte Größe bezeichnet ist, nicht erforderlich ist, daß jeder Buchstabe bei jedem Schritt dem Denken die bestimmte Größe suggeriert, zu deren Repräsentation er bestimmt ist.« Berkeley hat nur unbeachtet gelassen, daß die gleichen Tatsachen auch beim unwissenschaftlichen Denken bestehen, und hat sich durch die Voraussetzungen seiner Analyse den Weg zu der Einsicht verschlossen, daß die im Bewußtsein fehlenden Bedeutungsinhalte als reproduktive Erregungen postuliert werden müssen. Er kennt solche unbewußten Erregungen so wenig wie Hume. Seine Theorie der »Suggestion« geht lediglich auf die Reproduktion von

»Ideen« und »Notionen«, also von Bewußtseinsinhalten. Sein Standpunkt ist rein associationspsychologisch. Die Notwendigkeit, solche Bedeutungserregungen auch für diese Fälle sinnvollen Denkens zu postulieren, ist jedoch unverkennbar: die associativen Voraussetzungen der selbständigen Reproduktion sind gegeben; die reproduzierenden äußeren oder inneren Reize sind vorhanden und bestimmbar; der sinnvolle Zusammenhang des Gesprochenen verlangt die Hypothese, daß die Bedeutungsreproduktionen, obgleich die Bedeutungs**vorstellungen** fehlen, eingetreten sind. Zudem ist diese innere Mechanisierung des intellektuellen seelischen Bestandes nur eine Teilerscheinung der Gewohnheitswirkungen, die sich in allen vertrauten Lebensäußerungen erkennen lassen.

Größere Schwierigkeiten hemmen das Verständnis der Vorgänge, in denen die **sprachliche Formulierung** beim Eigensprechen tatsächlich verläuft.

Drängt das formulierte Denken, indem es wirklich wird, nicht zur Verlautbarung oder zur schriftsprachlichen Äußerung, so weist sein Bestand an spezifischen Wortvorstellungen die obengenannten typischen Charaktere auf. Das stille formulierte Denken ist in den reinlichen Fällen ein inneres Sprechen oder ein inneres Hören; seltener wird es nach Erlangung der dritten Sprachstufe (S. 3) auf motosensorischer oder akustischer Grundlage zugleich, gelegentlich fast ausschließlich, ein inneres Schriftsehen, hin und wieder so, daß die optischen Worte wie eben geschrieben auftauchen. Dazu kommen, wenn weder das motosensorische, noch das akustische, noch das optische Sprachgedächtnis funktionell prävaliert, die mannigfaltigen Zwischenformen, die es vielfach nicht leicht machen, den Vorstellungscharakter des lautlos formulierten Sprachbestandes in der Selbstbeobachtung festzustellen. Alle diese Wortvorstellungen der inneren Sprache sind selbstverständlich abgeleitete, d. i. Repräsente der spezifischen Wahrnehmungs-Wortvorstellungen. Nur ausnahmsweise sind es im entwickelten Denken lediglich Worterinnerungen. Ganz selten bietet sich, wie schon anzudeuten war, ein Anlaß zu Einbildungs-Wortvorstellungen. Der Regel nach sind die spezifischen Worte des stillen formulierten Denkens in jedem dieser Typen vielmehr selbst **abstrakte Wortvorstellungen**, d. i. solche, in denen nur die den früheren Wortwahrnehmungen gemeinsamen Wortbestandteile wieder aufleben.

Eben diese Charaktere zeigt das stille sprachliche Denken oftmals auch dann, wenn es die **Vorstufe des Eigensprechens** bildet. So beim muttersprachlichen Reden etwa im Verlaufe eines Gesprächs, das unser Eingreifen wünschenswert macht, oder beim Anhören einer Rede, die Widerspruch herausfordert oder der Ergänzung bedarf, also

bei unserem Vordenken dessen, was weiterhin von uns gesprochen werden soll. Deutlich stellen sie sich beim muttersprachlichen Reden ein, wenn Hemmungen der normalen Wortreproduktion eintreten, z. B. der bezeichnende Ausdruck im Moment gesucht wird. Und besonders leicht läßt sich dieser innere Wortverlauf bekanntlich konstatieren, wenn die zu sprechenden Wendungen einer uns wenig geläufigen fremden Sprache angehören.

Im ungehemmten landläufigen Gebrauch von Worten, die vertraute Gegenstände bezeichnen, verhält es sich jedoch deutlich anders. Kaum jemals werden uns dann die zu sprechenden Worte in vorhergehender stiller Formulierung durchweg bewußt, nach meiner eigenen Erfahrung sowie nach meinen Erhebungen in Seminarübungen insbesondere selten den sprachlichen Akustikern. Dem in Selbstbeobachtungen dieser Art Geschulten fällt es nicht schwer, dies festzustellen. Auch dem weniger Geübten gelingt die Beobachtung, wenn er sich die eben erwähnte fremdsprachliche Bewußtseinslage herstellt und mit der vertrauten muttersprachlichen vergleicht, oder den erstaunlich zeitraubenden und gar nicht leicht durchgängig gelingenden Versuch anstellt, sich die zu sprechenden Worte durchgängig vorweg zu repräsentieren.

Die intellektuellen Bewußtseinsbestände, die unter diesen Bedingungen beim Eigensprechen vorliegen, lassen sich um zwei repräsentative Typen gruppieren. Gemeinsam ist ihnen der eben erwähnte paradoxe Umstand, daß die prädikative Formulierung nicht vor dem Sprechen, sondern erst im Sprechen selbst bewußt wird. Sie unterscheiden sich durch die Art, wie der Bedeutungsbestand, der diese Formulierung bedingt, in uns wirklich ist. In dem einen Typus ist der Bedeutungsinhalt maximal, d. i. in größtmöglichem Umfang und mit größtmöglicher Deutlichkeit bewußt. Die Aufmerksamkeit ist dann diesem Inhalt so ausschließlich zugespannt, daß die formulierenden Wortvorstellungen, deren Residuen als vorhanden und erregt vorausgesetzt sind, fast durchaus unterhalb der Schwelle des Bewußtseins verbleiben, das Denken demnach wesentlich intuitiven Charakter besitzt. Der zweite Typus läßt sich da konstatieren, wo die zu formulierenden Bedeutungsinhalte völlig fest geworden sind und geschlossen zusammenhängen. Dann wird das Unzulängliche Ereignis, daß auch das Bedeutungsbewußtsein zu einem Minimum herabsinkt, seine Glieder also unbewußt erregt bleiben, der anschauliche Charakter des stillen Denkens vollständig verwischt sein kann. In Ansehung des Bedeutungsbewußtseins sind also beide Typen einander konträr entgegengesetzt.

So überraschend beide Beobachtungen, insbesondere die letzterwähnte, für den ersten Anschein sein mögen, so lassen sie sich doch

unschwer verifizieren. Sie können zudem allgemeinen Erklärungsprinzipien eingeordnet werden, der intuitive Typus bekannten Hemmungswirkungen der Aufmerksamkeit, der entgegengesetzte nicht weniger bekannten Wirkungen der Gewohnheit.

Bei dem Versuch, die Konsequenzen dieses Tatbestandes zu ermitteln, möchte ich von der Voraussetzung ausgehen, daß soeben tatsächlich ungehemmt gesprochen werde. Ist diese Voraussetzung erfüllt, so muß angenommen werden, daß die adäquaten Innervationen der Sprachorgane ohne Störung erfolgt sind, und zwar selbstverständlich Wendung für Wendung, Wort für Wort, Silbe für Silbe und zuletzt Laut für Laut; immer ferner, wie jetzt wohl allgemein zugestanden wird, in der Weise, daß das Ganze jeder dieser Wendungen, Worte und Silben die Innervation der einzelnen Laute sowie der Übergangsbewegungen von Laut zu Laut vorweg bestimmt. Diese Innervation kann, da die spezifischen Wendungen, Worte usw. selbst, wie vorausgesetzt, im Bewußtsein nicht vorhanden sind, nur auf Grund ihrer Gedächtnisresiduen erfolgen. Und dies kann wiederum nur geschehen, wenn diese Residuen erregt, also unbewußt erregt sind. Zu solcher Erregung endlich ist die zureichende Ursache in den Bedeutungserregungen zu suchen, die entweder als Bedeutungsvorstellungen gegeben oder gleichfalls als unbewußt bleibende Bedeutungserregungen zu postulieren sind. Denn diese, und nur diese, hier als erregt vorauszusetzenden Bedeutungsresiduen stehen mit den Gedächtnisresiduen der spezifischen Worte in associativem Zusammenhang, so daß die Erregung von dem einen erregten Glied dieses Zusammenhangs auf das andere überzufließen vermag. Wir haben demnach in den zuletzt besprochenen Fällen eine reproduktive Bereitschaft der associativ erregten, unbewußt bleibenden Gedächtnisresiduen für die spezifischen Worte anzunehmen.

Dieser reproduktiven Bereitschaft fällt für die Bewußtseinslage beim lauten Eigensprechen eine besondere Funktion zu. Sie gibt den Inbegriff der Bedingungen ab, die das laute Sprechen (oder das Eigenschreiben) ermöglichen. Das Gedächtnismaterial dieser Residuen ist zwar auch beim landläufigen stillen formulierten Denken über vertraute Gegenstände der Voraussetzung nach vorhanden und associativ erregt; aber es fehlt der motorische Antrieb, der diese Erregung zur reproduktiven Bereitschaft erhebt. Und Verwandtes gilt erst recht vom stillen intuitiven Denken. Bei ihm hemmt die Konzentration der Aufmerksamkeit um den sachlichen Bewußtseinsinhalt die Erregung der Residuen für die spezifischen Wortvorstellungen, auch wenn diese Residuen für den intuitiven Gehalt des Bewußtseins vollständig vorhanden sind, die sprachliche Formulierung also zur Verfügung steht.

Die funktionelle Bereitschaft zeigt denn auch beim Eigensprechen die Bewußtseinswirkungen, die wir erwarten müssen. Wir durften oben nur behaupten, daß uns beim landläufigen Eigensprechen über Vertrautes die zu sprechenden Worte kaum jemals vorgängig durchweg bewußt werden. Die Regel der Fälle bildet unter diesen Voraussetzungen ein Bewußtseinsbestand, bei dem vor dem Sprechen einzelne Wendungen und Worte, wohl auch Silben, im Unterbewußtsein auftauchen, oft nur als verschwimmende Ansätze zu den spezifischen Wortrepräsenten; nicht ganz selten sind sie auf ein Minimum reduziert. Diese wie aus der Ferne schwach erklingenden Signale sind es, durch die sich die associative Wortbereitschaft dem Bewußtsein des sprachlichen Akustikers vernehmbar macht; durch analoge schwache Bewußtseinsspuren motosensorischer Herkunft verrät sie sich meist deutlicher im stillen formulierten Denken dem sprachlichen Kinästhetiker, selbst wenn in seinem Denken alle Spuren der bei ihm leicht einsetzenden Innervation der Sprachmuskulatur fehlen; wiederum analoge flüchtige optische Schriftwort-Gebilde lassen sich beim sprachlichen Optiker konstatieren.

Die so auch beobachtungsmäßig faßbare associative Wortbereitschaft ist jedoch nur eine notwendige Bedingung, nicht die zureichende Ursache für die Innervation, die zum Eigensprechen überleitet. Die intellektuelle Bewußtseinslage vermag für sich allein das laute Eigensprechen nicht zu erklären. Es bedarf, wie bereits anzudeuten war, noch eines emotionellen Moments, um das Überfließen der Worterregungen in die motorische Peripherie der Sprachorgane verständlich werden zu lassen.

Über dieses emotionelle Moment schien lange Zeit hindurch die prinzipielle Entscheidung nicht schwer. Die selbstverständlich scheinende Ausnahmestellung des Menschen gab sie ohne weiteres an die Hand. Auch wo man sich nicht damit zufrieden gab, kurzweg auf eine selbständige Schöpfung des Menschen zu rekurrieren, fand man den zureichenden Grund für die Sprachantriebe in den altüberlieferten Annahmen über die Eigenart unserer geistigen Organisation, d. i. in der unzertrennbaren Einheit unseres Denkens und Wollens. So schien die Sprache ein Werk freier Erfindung, ein Ausdruck unserer Freiheit. Die Entwicklung der nachkantischen Philosophie bei uns vertiefte diesen Gedanken, indem sie ihn in ihre metaphysische Ausdeutung der Freiheitslehre einbezog. »Die Sprache«, so urteilt Wilhelm von Humboldt aus diesen Gedankengängen heraus, »... bewegt sich in der Freiheit der Gedanken und Empfindungen. Diese Freiheit hebt sie über den Organismus hinaus, und das Reden kann niemals im

eigentlichen Verstande eine organische Verrichtung genannt werden. Es ist zwar organisch, insofern es gesetzmäßig und durch den Organismus körperlicher Werkzeuge bedingt ist. Allein diese Bedingung setzt ihm nur teilweise Schranken und seine Gesetzmäßigkeit ruht im Gebiet der Freiheit, da der Organismus der Naturordnung angehört.« Ebensolche Töne klingen noch bei Steinthal nach: »Die Herrschaft des Geistes über den Körper bricht in Tönen aus, und Freiheit ist das Wesen der Sprache.« Aus derselben Wurzel überlieferter, scheinbar selbstverständlicher Annahmen, nur durch nächstliegende Tatsachen praktischer Beobachtungen in andere Richtung gebogen und durch die uferlose Weite des praktischen Sprachgebrauchs für das Wort »Willen« mitbestimmt, hat sich die Deutung entwickelt, welche die Psychiater, und nach ihrem Vorbild gegenwärtig weite Kreise, das Eigensprechen als Willkürsprechen bezeichnen läßt.

Diese Bezeichnung hat den guten Sinn des praktischen Sprachgebrauchs. Wir können sprechen (und schreiben), wann und wie »wir wollen«; wir können die zu sprechenden (oder zu schreibenden) Worte »wählen« und daraufhin über die Wendung, die wir gebrauchen wollen, »entscheiden«, während den reagierenden unartikulierten Lautäußerungen der Tiere solche Wahl und Entscheidung offenkundig nicht zukommt. Die Liebhaber-Analysen der »Tiersprache«, der »sprechenden und zählenden Pferde« und »Hunde«, haben an diesem gesicherten Tatbestande vergeblich gerüttelt. Sie stehen auf einer Stufe mit den schlechten Analogiehypothesen, die sich neuerdings in der Pflanzenphysiologie dilettantischer Bearbeitung breitmachen.

Aber der gute Sinn des Wortes »Willkürsprache« ist doch dazu angetan, einen klaren Sachverhalt zu verdunkeln. Denn ihm widerspricht offenbar, daß unser geläufiges Reden über vertraute Gegenstände keine Spur von Wahl und Entscheidung über die zu brauchenden Worte aufweist. Wahl und Entscheidung werden wir aber auch künftighin als die Kriterien des uns eigenen unmittelbaren Willensbewußtseins anzusehen haben. Ein unmittelbares Willensbewußtsein ist also beim geläufigen Reden offenbar nicht vorhanden. Es ist im Verlauf solchen Eigensprechens auch dann nicht zu konstatieren, wenn dieses Reden durch einen Willensakt, also absichtlich eingeleitet war. Es fehlt im Fortgang des Eigensprechens deutlich für dessen einzelne Glieder ebenso, wie im Verlauf des willkürlich bedingten stillen formulierten Denkens, für das Sach- und Wortvorstellungen bereit sind. Es ist auch nichts erfindlich, was uns das Recht verliehe, eine Fortwirkung des einleitenden Willensbewußtseins anzunehmen, die sich auf die einzelnen gebrauchten Wendungen und Worte erstreckte. Diese fließen vielmehr, wenn sie vertraut sind, völlig unwillkürlich von den Lippen.

Dagegen darf nicht eingewandt werden, daß zwar gewiß unter diesen Umständen ein unmittelbares Willensbewußtsein fehle, wohl aber ein mittelbares anzuerkennen sei. Denn es handele sich beim Sprechen dieser Art um mittelbare Willensreaktionen, d. h. um unwillkürlich gewordene reagierende Bewegungen, die zuletzt auf Willensantriebe zurückzuführen seien.

Solche unwillkürlich gewordenen, sekundären oder mittelbaren Willensbewegungen sind ohne Zweifel in unser Sprechen eingemischt. Aber sie dürfen doch nur so weit angenommen werden, als die geläufig gewordenen Wendungen und Worte ursprünglich Produkte eines unmittelbaren Willensbewußtseins waren, also einer Absicht ihren Ursprung verdanken. Das ist indessen nur für seltene Fälle zutreffend. Unsere artikulierten, d. i. nach Jacob Grimms treffendem Ausdruck »geordnet entfalteten«, Sprachbewegungen entspringen den in unserer Organisation angelegten unwillkürlichen Lautäußerungen rein emotionalen Charakters. Sie entstehen auf dieser Grundlage durch zumeist unwillkürliche Übung in Nachahmung der artikulierten Sprache des Sprachmilieus, in dem wir aufwachsen. Nur hin und wieder wird diese unwillkürliche Nachahmung durch aufgegebenes oder freiwilliges Lernen, also durch absichtliche Nachahmung ergänzt. Und ist die Innervation der Laute, die uns von Jugend auf umklingen, einmal fest geworden, dann fallen diese Anlässe zu willkürlicher Nachahmung für die Muttersprache fast gänzlich fort. Die Sprachbewegungen sind also für die weit überwiegende Mehrzahl der Wendungen und Worte auch genetisch unwillkürlich. Sie entstehen als unwillkürlich nachgeahmte Ausdrucksbewegungen, wie alle gewohnheitsmäßig angenommenen, auf organisch angelegte Koordinationen zurückgehenden Ausdrucksbewegungen.

Aus diesen Ursprungsbedingungen unseres Sprechens folgt, weshalb es angezeigt ist, den Ausdruck »Willkürsprechen« zu vermeiden und durch Eigensprechen zu ersetzen.

Das emotionale Moment, das unser Eigensprechen auf Grund der associativen Bereitschaft der Wortresiduen auslöst, ist jedoch durch das Vorstehende nur negativ bestimmt: das Eigensprechen ist zumeist weder mittelbar, noch unmittelbar ein Willkürsprechen.

Worin, so haben wir zu fragen, besteht es dann?

Wir unterscheiden zunächst die Fälle, in denen das Sprechen der Mitteilung dient, von denen, wo es rein dem Ausdrucksbedürfnis entstammt.

Das Mitteilungsbedürfnis kann fürs erste jede Art von Affekten zur Bewußtseinsgrundlage für die Innervation haben: alle Arten von plötzlich und stark andringender Freude oder ebenso auftretendem

Schmerz, von Liebesrausch, Furcht oder Zorn, von Begeisterung und selbst von Scham. Die Sprachbewegungen treten dann als Glieder mannigfaltiger muskulärer Innervationen auf, die mit jedem dieser Gefühlszustände in besonderer Weise verknüpft sind. Bei manchen dieser Affekte, z. B. beim Zorn, dessen starke, mangelhaft koordinierte muskuläre Ausdrucksbewegungen augenfällig sind, dokumentiert sich die Zugehörigkeit der Sprachbewegungen zu diesen Reflexen deutlich dadurch, daß sie in jedem Grade der Artikulation, bis hin zu völlig unartikulierten Lauten, auftreten können. Sie sind dementsprechend, je unartikulierter sie werden, um so weniger Mitteilungs-, um so mehr lediglich Ausdrucksreflexe.

Wir dürfen uns weiter darauf berufen, daß alle Affekte für längere oder kürzere Zeit, in stärkerem oder schwächerem Maße, Nachwirkungen zurücklassen, nicht selten so, daß diese einen andauernden Grundton der Gesamtstimmung abgeben, der schon bei leichter Reizung wieder Affektcharakter annehmen kann. Wir pflegen diese andauernden, gegenüber den gelegentlichen affektiven Aufwallungen gefühlsschwächeren Grundstimmungen als Leidenschaften von den Affekten, künstlich genug, zu trennen. Wie stark und immer aufs neue auch diese leidenschaftlichen Grundstimmungen unwillkürlich zur sprachlichen Mitteilung drängen, zeigt keine so deutlich wie die Liebe, die auch den Schweigsamsten beredt zu machen pflegt. Und kaum ist es nötig, darauf hinzuweisen, daß sie alle den sprachlichen Ausdruck bis in die feinsten Nuancierungen hinein bestimmen können.

Aber die affektiven und leidenschaftlichen Emotionen sind nur mögliche, nicht notwendige Bedingungen der unwillkürlichen laut- (und schrift-) sprachlichen Mitteilung. Die Redseligen bezeugen durch die Tat, daß jede Stimmung ein zur Innervation der Sprachmuskulatur ausreichendes Mitteilungsbedürfnis zu erregen vermag.

Bei den Gewohnheitsschwätzern ist der Gehalt der Mitteilungen der Regel nach umgekehrt proportional ihrer Fülle. Am meisten pflegen zu reden, die am wenigsten zu sagen haben. Anders zumeist da, wo das Mitteilungsbedürfnis zum Informationstriebe wird, entsprechend dem Wandel, der die Neugierde zur Wißbegierde emporbildet. Dann sind es wesentlich intellektuelle Emotionen sozialer Herkunft, die zum Reden drängen, sei es auf Grund des Neuen oder Bedeutsamen, das mitzuteilen ist, sei es im Zusammenhang pflichtmäßiger Tätigkeit, etwa des Lehrens. Gewiß können im letzten Falle wiederum Willenshandlungen, gelegentlich auch Willenskämpfe, einleitend wirksam sein. Aber für den speziellen sprachlichen Verlauf der Mitteilung sorgt der sachliche Zusammenhang so, daß die einzelnen Innervationen unter normalen Bedingungen durchweg unwillkürlich verlaufen, im einzelnen

mitgeleitet durch die intellektuellen Emotionen, die der Bedeutungs-Bestand und -Verlauf mit sich bringt. Insbesondere unverkennbar tritt diese Unwillkürlichkeit informieren »wollender« sprachlicher Mitteilung hervor, wenn die Allgewalt dichterischer oder wissenschaftlicher Produktion oder religiöser Inspiration zur Offenbarung durch die Sprache treibt. Das »Es denkt in mir« wird dann zu einem »Es spricht aus mir«. Allerdings sind alle solche Zustände willenloser Inspiration auch von dem starken Affekt zuversichtlicher Begeisterung erfüllt.

Daß bei den zahllosen Variationen von Fragen, die Antwort heischen, jede der bisher genannten Emotionen in jedem Stärkegrade gegeben sein kann oder, bei fehlendem Bewußtsein der innervierenden emotionalen Bedingungen, als unbewußt bleibende Erregung vorausgesetzt werden muß, wird keiner Ausführung bedürfen.

Denn wo Gewohnheitswirkungen maßgebend werden, können die speziellen Innervationsantriebe bis zu einem Bewußtseinsminimum herabsinken. Die ihnen entsprechenden zentralen mechanischen Erregungen können sogar, wie in anderen Gewohnheitsfällen, so schwach werden, daß die korrelaten psychischen Momente im Bewußtsein fehlen. So bei völlig gleichgültigen Gruß- und Abschiedsformeln; selbst hin und wieder in Gesprächen über Indifferentes; insbesondere bei stereotypen Wendungen; oder wenn wir, innerlich anderweitig beschäftigt, landläufige Worte gebrauchen, um unsere abseits wandelnden Gedanken unwillkürlich zu verhüllen. Sogar wenn wir unsere eigentlichen Meinungen verbergen »wollen«, sind nicht notwendig unmittelbare Willensemotionen im Spiel. Der gemeinübliche Sinn des Wortes »Wollen« zeigt sich auch hier sehr viel weiter als der psychologische Begriff, wenn wir diesen auf Vorsatz, Wahl und Entschluß einschränken.

Schon aus dem Vorstehenden folgt, daß sich eine scharfe Grenze zwischen dem Eigensprechen, das der Mitteilung dient, und demjenigen, das lediglich als Ausdrucksbewegung erfolgt, nicht ziehen läßt. Klar aber ist, daß auch in diesen Fällen wiederum jede der vorher genannten Emotionen in allen Abstufungen der Intensität sowie jede der bewußtseinshemmenden Gewohnheitswirkungen, die wir besprochen haben, vorhanden sein kann. Und selbstverständlich ist, daß solches lediglich dem Ausdruck dienende Eigensprechen, das sich zumeist in gewohnten typischen Begleitworten und -Wendungen bis hin zu kaum artikulierten Äußerungen vollzieht, so gut wie ausnahmslos unwillkürlich vonstatten geht.

Die Sprachstörungen, die innerhalb der Breite des normalen muttersprachlichen Eigensprechens eintreten können, sind mannigfaltiger, als auch die neueren sprachwissenschaftlichen und psychologischen Untersuchungen erkennen lassen. Hier ist jedoch nur die

Tatsache von Belang, daß sie ebenfalls meist unwillkürlich erfolgen. Es genüge deshalb, auf nur eine Gruppe von ihnen hinzuweisen. Wir können uns natürlich im Ernst oder Scherz absichtlich »versprechen« (oder »verlesen«); viel häufiger aber tritt ein Sichversprechen unabsichtlich, also unwillkürlich ein. Dies gilt sowohl, wenn das »Versprechen« ein nachahmendes ist, also durch gegenwärtige akustische Sinnesreize (fehlerhaftes Vorsprechen) ausgelöst wird, als wenn es durch innere, zentrale Reize bedingt ist oder mangelhafte Koordinationen in den Sprachorganen zur Ursache hat. Das Bild, das wir von den Innervationsbedingungen des normalen Eigensprechens entworfen haben, bedarf also im Hinblick auf diese Störungen keiner Korrektur.

Außerhalb unserer Aufgabe liegt es, den intellektuellen und emotionellen Innervationsbedingungen für das Eigensprechen bei krankhaften funktionellen Störungen sowie bei den eigentlich sogenannten Geisteskrankheiten nachzugehen. Es liegt im Wesen aller dieser Krankheitserscheinungen, daß die sprachlichen Äußerungen, wie die reagierenden Bewegungen überhaupt, unwillkürlicher werden, insbesondere, weil eine Reihe normaler Hemmungen ausfällt. Selbst dann, wenn List und Verschlagenheit den geistig Anomalen, der nicht ausreichend behütet wird, gemeingefährlich machen, ohne daß er mit dem Strafgesetz in rechtlich faßbaren Konflikt gerät, sprechen wir ihm, wenn wir der Erkrankung sicher sind, nicht nur rechtlich, aus gutem Grunde die Zurechnungsfähigkeit ab, weil er dem Bann zwanghafter intellektueller Vorstellungen und Antriebe unterliegt, die eine vorsätzliche Wahl und Entscheidung, wie wir sie bisher vorausgesetzt haben, ausschließen. Je weiter diese Krankheiten fortschreiten, desto deutlicher verringern sich die Reste von wirklichen Willensentscheidungen. Es sind krankhafte Willensstörungen, Dysboulien im weiteren Sinn bis hin zur Aboulie, die hier vorliegen; nicht nur da, wo die sprachlichen Reaktionen nachlassen, sondern auch dann, wenn die Worte in Erregungszuständen unaufhaltsam strömen.

Unser Ergebnis bleibt demnach bestehen: die Innervationen des entwickelten Eigensprechens werden der Regel nach unwillkürlich ausgelöst, obschon sie nicht selten durch Willensimpulse eingeleitet werden und im Verlauf des Sprechens hier und da emotionelle Willensmomente der Wahl und Entschließung auftreten können; nur ausnahmsweise gehen die unwillkürlichen Sprachinnervationen auf ursprünglich willkürliche zurück.

Überflüssig wäre es, genauer auf die Bestätigungen einzugehen, die diesem Ergebnis aus rein physiologischen Daten und Erwägungen zuteil werden. Es ist bekannt, daß den willkürlichen Innervationen unserer Muskulatur keine anderen Zentren und zentrifugalen Bahnen

zur Verfügung stehen, als den unwillkürlichen, daß die auslösenden mechanischen zentralen Prozesse der Willkürbewegungen im allgemeinen nur als verwickelter zusammengesetzt angenommen werden müssen. Vorausgesetzt ist dabei, daß die Bewegungsreihen vom Eintritt des äußeren Reizes bis zur Innervation der Muskulatur mechanisch lückenlos verlaufen, so daß jede vorangehende Bewegung die zureichenden Ursachen für die folgenden enthält; ebenso, daß jede durch innere, zentrale Reize ausgelöste Innervation in ihrem gesamten mechanischen Bestande Glied einer solchen Bewegungskette ist. Die Frage, die sich angesichts dieser Voraussetzungen aufdrängt, wie die durchgängigen funktionellen Wechselbeziehungen des Geistigen und Körperlichen zu erklären seien, berührt unser Thema nicht. Genug, daß die Tatsache dieser wechselseitigen Abhängigkeit, damit freilich auch die Annahme der Eigenart, also der Wirklichkeit, und mit ihr der gesetzlichen Wirksamkeit des Psychischen als feststehend angesehen werden darf.

Trotz alledem haben wir Anlaß, bei dem gewonnenen Ergebnis noch weiter prüfend Halt zu machen. Die überorganische Freiheit, die Wilhelm von Humboldt für das Leben und den Ursprung der Sprache verantwortlich machte (S. 14), werden gegenwärtig nicht eben Viele verteidigen wollen. Wenige aber werden bereit sein, die behauptete Unwillkürlichkeit des Eigensprechens, und damit, wie wir nicht umhin können zuzugestehen, der sprachlichen Lebensäußerung überhaupt, ohne weiteres gelten zu lassen.

Man kann einwenden, durch solche psychologische Betrachtungen werde das innere Leben der Sprache zu einem bloßen Mechanismus psychischen Geschehens degradiert. Es sei ein Fragment der Maschinentheorie des Lebens, in die Sprache der Psychologie übersetzt. Auf das eigentliche »Spracherleben« mit seiner individuellen Selbstständigkeit, die schließlich die Anstöße aller Sprachentwicklung biete, sei keine Rücksicht genommen. Das Sprechen, und somit die Sprachäußerung überhaupt, sei zu einem Inbegriff von Reflexbewegungen entwertet, der zuletzt eben das Eigentümliche der Sprache gegenüber den tierischen Lautäußerungen verwische. Auch sei von keiner der »transzendentalen« Bedingungen, die dem Denken überhaupt allgemeingültig zugrunde liegen, die Rede gewesen. Es fehle die Tiefe »phänomenologischer« Betrachtung.

Und damit es, wie in philosophischen Erörterungen billig, am Entgegengesetzten nicht fehle, verlangen auch die Stimmen Gehör, die da sagen, daß hier das äußere Gewand des Denkens, das dessen Wesen mehr verhülle als offenbare, zu einem Bestandteil des Denkens erhoben werde. Gründlich sei verkannt, daß die Prädikation nicht zum

Wesen irgendwelcher Urteile, und damit die Sprache nicht in das Denken hineingehöre.

Nicht alle diese ernsthaften Bedenken gehören in den Bereich unserer psychologischen Untersuchung. Die letztgenannten, für die ich auf eingehende Darlegungen verweisen darf, fallen logischer Entscheidung anheim; die vordem erwähnten phänomenologischen oder wie sie sonst genannt sein wollen, unterstehen erkenntnistheoretischer Rechtsprechung, die den psychologischen Tatbestand und dessen logische Normierung nicht aufheben kann, sondern vorauszusetzen und Schritt für Schritt zu beachten hat. Eine kurze Erwiderung auf die übrigen wird das gewonnene Ergebnis erläutern.

Nicht zutreffend ist fürs erste, daß die vorstehenden Angaben über die emotionellen Bedingungen der sprachlichen Innervationen das Eigensprechen in Reflexbewegungen auflösen, wenn diese Bezeichnung in dem feststehenden Sinne des physiologischen Sprachgebrauchs genommen wird. Denn dieser läßt von Reflexbewegungen nur dann reden, wenn gegenwärtige Sinnesreize den muskulären Vorgang innervieren. Die weitaus überwiegende Mehrzahl der Fälle des Eigensprechens, alle diejenigen, in denen nicht gegenwärtige Wahrnehmungen, sondern unmittelbare oder mittelbare Repräsente der Sinnes- oder Selbstwahrnehmung im Urteilszusammenhang, oder entsprechende unbewußt bleibende Erregungen die antreibenden Emotionen bestimmen, gehören nicht zu diesen Reflexen. Will man diese Regel des Geschehens beim Eigensprechen in die Reflexe hineinbeziehen, weil das Eigensprechen zumeist unwillkürlich verläuft, so muß man, physiologisch gesprochen, den peripher ausgelösten Reflexen zentrale, genauer kortikale, zur Seite stellen. Ich halte diese Erweiterung für zweckmäßig. Aber dann bleibt zu beachten, daß nicht das Eigensprechen überhaupt, sondern nur das geläufige, ungehemmte Eigensprechen reflektorisch erfolgt, daß zudem »reflektorisch« in diesem Sinne alle Bewußtseinsvorgänge und unbewußten psychischen Erregungen einschließt, bei denen absichtliche Entscheidung fehlt.

Ferner ist schon oben (S. 15) angedeutet, daß von den sensorischen Gefühlsreflexen, die auch den uns nächstverwandten Tieren eigen sind, bis zu den unwillkürlichen Bewegungen des entwickelten Eigensprechens ein langer Weg ist. Inwieweit die muskuläre Naturanlage zum artikulierten Sprechen, die wir mit einigen, wenigen Tieren gemein haben, bei unseren primitiven Vorfahren bereits ausgebildet war, bleibe dahingestellt. Sicher aber ist, daß eine vieltausendjährige Entwicklung notwendig war, um aus den ersten Stufen menschlicher Laut-Äußerung und -Mitteilung unsere Gedanken-Äußerung und -Mitteilung entstehen zu lassen. Es bedurfte, physiologisch gesprochen, der über-

ragenden Entwicklung des Großhirns, und parallel damit psychologisch der Ausbildung des formulierten Denkens, um die Verlautbarung des Inneren auch nur in primitivsten Satzformen möglich werden zu lassen. Schon das logische und sprachliche Gefüge der elementaren Bejahungen sowie der Verneinungen, das wir als Kinder durch Nachahmung der uns umtönenden artikulierten Sprachklänge (viel weniger der gesehenen Sprachbewegungen) und der in ihnen formulierten Urteilsbeziehungen in wenig mehr als einem Jahre leicht gewinnen —, dessen Anfänge mußten ungezählte Generationen in langsam sich vervollkommnender Sprachschöpfung selbsttätig mühsam erwerben. Allerdings will auch diese Selbsttätigkeit recht verstanden sein. Wir können fortfahren, das zweckmäßige Ineinandergreifen der Lebensvorgänge, das schon den einzelligen Organismen zukommt, sofern es durch die organische Konstitution bedingt ist, als Selbsttätigkeit zu bezeichnen. Wir dürfen dann nur nicht vergessen, daß diese Selbsttätigkeit nicht Ursachen bietet, die »von selbst anfangen«, daß sie psychisch wie physisch in den allgemeinen Kausalnexus des Geschehens eingeordnet ist und zuletzt stets äußerer Reize bedarf, die diesem gesetzlichen Zusammenhang des Geschehens entstammen. Die so bestimmte Selbsttätigkeit verläuft unwillkürlich, wo nicht bewußte Wahl und absichtliche Entscheidung beteiligt ist. Und ist sie willkürlich, so sind die wirkenden Zweckursachen nur verwickelter; niemals aber enthalten sie Momente, die der organischen Gesetzmäßigkeit entzogen sind.

Aber auch unter diesen Voraussetzungen versteht sich von selbst, daß alle unwillkürliche Sprachbildung ebenso wie die selten einsetzende, im oben festgelegten Sinn willkürliche zuletzt auf das Eigensprechen von Individuen zurückgeht, also individuelle »Erlebnisse« darstellt. Diese Erlebnisse setzen die Einheit der Individualität und mit ihr alle die Gedächtnis- und Erinnerungszusammenhänge voraus, aus denen diese Einheit sich aufbaut, und nicht minder auch alle die Einflüsse, die aus diesen Zusammenhängen in jeden Vorgang des geistigen Lebens einströmen; allerdings aber auch alle die Antriebe, die aus der Not des Lebens, aus der nachahmenden Eingewöhnung in das sprachliche Milieu der Umgebung und aus dem fortschreitenden Erkennen und Verstehen unwillkürlich Bedürfnisse sprachlicher Äußerung und Mitteilung schaffen. Die, wenn man so will, unwillkürlich und willkürlich schöpferische Einheit des Individuums ist also durch das Vorstehende nicht aufgehoben oder beiseite geschoben. Sie ist vielmehr als in jedem Fall wirksam vorausgesetzt, weil nicht die individuellen, sondern die allgemeinen Bedingungen des Eigensprechens zu untersuchen waren. Jene kommen erst in Betracht, wo wir vor speziellere Fragen gestellt sind.

Eine Maschinentheorie endlich des sprachlichen Lebens könnte nur vorliegen, wenn unsere Analyse zu einer der Annahmen geführt hätte, die eine solche Auffassung des Lebens überhaupt möglich machen. Solcher Hypothesen sind, wenn wir von der ersten, inkonsequenten Ausgestaltung des Gedankens bei DESCARTES absehen, drei möglich und gelegentlich ausgebildet: erstens die materialistische, sofern sie, wie in allen Formen konsequent durchgeführter materialistischer Metaphysik, behaupten läßt, daß alle Lebensvorgänge restlos in die physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeit des anorganischen Geschehens aufgelöst werden können; zweitens die neuerdings sogenannte epiphänomenalistische, die sich, ernstlich durchdacht, lediglich als eine Ausfluchtsform des strengen Materialismus erweist, derzufolge die seelischen Lebensvorgänge nach Art der Götter Epikurs nur als unbeteiligte Zuschauer jenseits des rein physikalisch-chemischen Geschehens tatenlos existieren; endlich die Idee, die LEIBNIZ vorschwebte, daß das seelische Geschehen eine Grundlage des physischen ausmacht, die dieses durchweg, mit Einschluß also des Anorganischen, als Organisches deutbar macht. In dem ersten dieser gleicherweise metaphysischen Theoreme wird das Organische auf das Anorganische reduziert; in der dritten der entgegengesetzte Weg eingeschlagen, das Anorganische also zum Organischen erhoben; in der zweiten wird der Wirklichkeit des Anorganischen in den beseelten Lebewesen dieses Seelische als ein wirkungsloses, also unwirkliches Wirkliche beigefügt. Dieser Aufweis genügt, um im Rückblick auf das oben (S. 20) Angedeutete erkennbar zu machen, daß keine dieser metaphysischen Hypothesen an dem Ende des Weges liegt, den wir einzuschlagen hatten.

Das formulierte Denken bleibt also in allen seinen Formen ein selbsterworbener Eigenbesitz der geistigen Natur des Menschen.

In zweifacher Hinsicht kann dies noch fraglich erscheinen. Einerseits kann gesagt werden und ist oft genug gesagt worden, daß vielmehr das intuitive Denken, das uns in seinem Ideengehalt und in seiner produktiven Energie gottähnlich mache, die Überlegenheit unseres geistigen Wesens gegenüber der tierischen Psyche darstelle. Anderseits ist es eine altüberlieferte und immer aufs neue ausgesprochene Meinung, das entscheidende Moment für den Unterschied zwischen der seelischen Organisation des Menschen und der Tiere liege darin, daß nur wir abstrakte Allgemeinvorstellungen bilden können, wie sie die Sprache fordere.

Ich habe bei andern Gelegenheiten erörtert, weshalb ich jede dieser beiden Annahmen für irrtümlich halte. Ich darf deshalb hier kurz sein.

Wir haben das Wesen des Denkens überhaupt in den Vorgängen gefunden, die wir als Vergleichen und Unterscheiden einander koor-

dinieren müssen. Dann ist offenbar, daß ein intuitives Denken in der Tierreihe so weit hinab anzunehmen ist, als in dem Wahrnehmen dieser Organismen sowie in dem zu postulierenden Bestande ihres abgeleiteten Vorstellens Beziehungen angenommen werden müssen, die sich als Vergleichs- und Unterscheidungsbeziehungen ergeben. Solche Beziehungen nun sind in jedem wahrnehmenden Erkennen, erst recht in jedem aufmerksamen wahrnehmenden Erkennen nachweisbar. Sie zeigen sich dementsprechend auch in allen Vorstellungsverläufen des Erinnerns sowie des etwa auf eine nahe oder ferne Zukunft gerichteten Einbildens. Denn alle Vorstellungsbilder einer Zukunft, die nicht als ein Abklatsch der Vergangenheit bewußt wird, sind durch Einbildungsvorstellungen bedingt. Das intuitive Denken ist also nicht durchaus, sondern nur in seinen höchsten, ekstatischen Formen, dann, wenn es auf überhaupt nicht oder noch kaum formulierbare Probleme wissenschaftlichen, künstlerischen oder religiösen Schauens gespannt ist, ein Vorrecht des Menschen. Aber dieses hyperlogische, der Formulierung stets nur mangelhaft zugängliche Denken ist eben nur das höchste Glied einer Kette, deren niederstes als erster Ansatz zu einem hypologischen in der Tierreihe wurzelt, und in den entwickelteren Formen dieses niederen Denkens, wie anzudeuten war, einen breiten Spielraum neben dem formulierten auch in unserem Denken besitzt.

Zu den Gegenständen, die es vergleichend und unterscheidend schafft oder bestimmt, gehören endlich die abstrakten Vorstellungsinhalte nicht weniger als die Repräsente der Erinnerung und Einbildung. Immer wieder muß ausgesprochen werden, daß die abstrakten Vorstellungen nicht an die Sprache gebunden sind. Sie stellen sich in der grundlegenden Form sachlicher Abstraktion ein, wo immer sich in wiederholten Wahrnehmungen gleiche Bestimmungen darbieten, als abstrakte Allgemeinvorstellungen bei wiederholten Wahrnehmungen ähnlicher, als abstrakte Einzelvorstellungen bei solchen eines und desselben veränderlichen Gegenstandes. Sie sind dieser ihrer Herkunft nach eine Funktion des Gedächtnisses, also ein Spezialfall von Erinnerungen, in die sie bei wiederholter Reproduktion übergehen. Sie kommen deshalb der Psyche der Tiere nicht weniger als der unseren zu, soweit sinnliche Wahrnehmung und Gedächtnis durch die Tierreihe hindurchgehen.

Dem Menschen sind nur die verwickelteren abstrakten Vorstellungen vorbehalten. Wir allein ferner gewinnen die Fülle von abstrakten Gegenständen des Denkens, die nicht direkt, durch sachliche Abstraktion, entstehen, sondern indirekt, auf Grund sprachlicher Mitteilung unter Mitwirkung der Phantasie, entwickelt werden. Nur wir endlich erwerben die Abstrakta, die aus Gegenständen des Denkens zu dessen Bestand-

teilen emporgehoben werden, indem sie nach Inhalt und Umfang urteilsmäßig, dem Ziele nach allgemeingültig bestimmt sind, sei es, daß sie als »Begriffe« im formulierten Denken benannt sind (S. 6), oder als »Ideen« den höchsten Formen des intuitiven Denkens angehören.

Unsere Bestimmung des Eigensprechens ist jedoch noch nicht zu Ende geführt. Es könnte ein wesenloses Glied scheinen, das wir oben als drittes genannt haben (S. 7), die nachträgliche Wahrnehmung des Gesprochenen. Aber es war schon damals anzudeuten, daß ihm, obgleich es zumeist vom Sprechenden selbst nur wenig beachtet wird, nicht unwesentliche Folgewirkungen zugeschrieben werden müssen.

Vorweg ist daran zu erinnern, daß die Wahrnehmungen des von uns Gesprochenen, die Eigenwahrnehmungen also der spezifischen Worte seitens des Redenden, nicht nur aus akustischen, sondern auch aus den motorischen Sensationen bestehen, die durch die Sprechbewegungen in den Sprachorganen ausgelöst werden. Das ist insofern nicht gleichgültig, als bei den sprachlichen Motorikern die gleich zu erörternden Reproduktionsbedingungen wahrscheinlich mehr in diesen motorischen Sensationen oder Kinästhesien, als in den akustischen Wahrnehmungen zu suchen sind. Wir knüpfen sie hier der Kürze halber lediglich an die akustischen Eigenwahrnehmungen des Gesprochenen an.

Fürs erste dürfen wir als sicher voraussetzen, daß die Erregungen, welche ein lautes Eigensprechen innervieren, nicht selten größere Intensität besitzen, als diejenigen, die nur ein stilles Denken herbeiführen. Und völlig gewiß ist, daß die beim lauten Eigensprechen nachträglich ausgelösten Wahrnehmungen der gesprochenen Worte höhere Stärkegrade zeigen, als die Wortrepräsente des stillen formulierten Eigendenkens oder gar die erregten unbewußt bleibenden Gedächtnisresiduen von Worten, die bei unvollständiger Formulierung im Eigendenken mitwirken. Diese Intensitätsunterschiede haben zur Folge, daß den akustisch-kinästhetischen Wortwahrnehmungen des Eigensprechens der Regel nach eine größere Einprägungsenergie innewohnt, als den lautlosen Formulierungen. Die Typen sprachlichen Lernens, bei denen das laute Hersagen des Lernstoffs die günstigsten Lernbedingungen bietet, bestätigen dies für eine große Zahl von Fällen. Wir dürfen demnach schließen, daß das laute Eigensprechen durch die nachträglichen Wahrnehmungen des Gesprochenen den Bestand der Formulierung festigt, allerdings bei Gewohnheit des Redens (oder Schreibens) über vertraute Gegenstände auch die äußere wie die innere Sprache durch stereotyp gewordene Wendungen monoton machen kann. Dem entgegen wirken nur die bekannten Bedingungen fortschreitender oder wenigstens umbildender individueller Sprachentwicklung, die zeitweilig andere sprach-

liche Formen und Wendungen unwillkürlich in den Vordergrund treten lassen.

Trifft diese gedächtnismäßige Fixation durch das Eigensprechen die spezifischen Worte, durch die wir unsere Gedanken formulieren, so trifft sie eben deshalb diese Worte nicht ausschließlich. Sie fließt infolge der associativen Verknüpfung von Wort und Bedeutung auf diese über, nicht nur auf das direkt erregte Bedeutungszentrum, sondern von hier aus, natürlich mit abnehmender Intensität, so weit wie der Associationszusammenhang reicht. Und die Fäden dieses Zusammenhangs schlingen sich schließlich durch den gesamten Gedächtnisbestand hindurch.

Dazu kommt ein weiteres Moment. Es ist eine alltägliche Erfahrung, daß den Wahrnehmungen im allgemeinen eine größere reproduktive Energie eigen ist, als den abgeleiteten Vorstellungen, genauer gesagt, daß den peripher ausgelösten Erregungen, die zu Wahrnehmungsvorstellungen führen, kraft ihrer größeren Intensität eine größere reproduktive Energie zukommt, als denen, die von sekundären, zentralen Reizen ihren Ursprung nehmen. Wo immer demnach das Eigensprechen wesentlich durch die zentralen Bedingungen stillen Denkens ausgelöst ist, werden wir annehmen dürfen, daß der nachträglichen Sinneswahrnehmung der spezifischen Worte eine nicht unbeträchtliche rückwirkende reproduktive Energie innewohnen kann, die den Bedeutungsinhalten dieser Worte und den mit ihnen verbundenen Emotionen zugute kommt. Nicht Wenige erfahren dies deutlich an sich selbst, insbesondere diejenigen, die monologisch laut oder halblaut zu sprechen gewohnt sind, auch wenn sie für sich denken, analog denjenigen, die sich gewöhnt haben, nur schreibend konzentriert denken zu können. Daß solche Gewöhnungen zumeist konstitutionelle Grundlagen haben, soll uns hier nicht interessieren. Wo sie vorhanden sind, müssen wir schließen, daß die größere Energie dieser sinnlichen Worterregungen rückwirkend, und für das noch zu Sprechende auch vorwirkend, die Bedeutungsreproduktion günstig beeinflußt. Auch im Gespräch und im Vortrag kommt dies mitbestimmend zum Vorschein. Wir kennen die Menschen, die nur unter diesen Bedingungen völlig regsam, gar nur dann produktiv sind. Freilich wird der Löwenanteil in solchen Fällen den sozialen Erregungen des Gesamtmilieus zuzuschreiben sein, dort den Einflüssen der anerkennenden oder widerstreitenden Gegenrede, hier dem Bedürfnis zu lehren, der Aufmerksamkeit der Hörenden, vielleicht auch der Freude an dem Glanz und dem Gehalt der Worte, die über die Lippen strömen, in bester Weise endlich dann, wenn der Gegenstand selbst fortreißt. Aber auch unter solchen Umständen darf die reproduzierende Kraft der von uns selbst gesprochenen und wahr-

genommenen Worte nicht unterschätzt werden. So mancher große Redner wird sich an dem Klang seiner Rede auch deshalb berauscht haben, weil er dieser Erhöhung der reproduktiven Bereitschaft, ohne darauf zu reflektieren, gefühlsmäßig inneward.

Noch eine mittelbare Folgebestimmung aus diesen beiden vorstehenden mag berührt werden. Schon eingangs (S. 7) ist erwähnt, daß die Formulierung des intuitiv Gedachten diese Gedanken nicht nur gedächtnismäßig festigt, sondern auch analysiert und damit präzisiert. Diese Präzisierung erfolgt beim Eigensprechen durch die innere Sprache, die der Innervation der Sprachmuskulatur zugrunde liegt. Aber sie kann, auch wenn der Bedeutungs- und Wortbestand im stillen formulierten Denken vorweg bewußt ist, durch die nachfolgende Wahrnehmung des Eigensprechens wie gefestigt, so erhöht, also geschärft werden. Durchgängig fast tritt dies ein, wenn Bedeutungsvorstellungen und spezifische Worte bei produzierendem, nicht lediglich wiederholendem Eigensprechen vorweg im Bewußtsein fehlen, d. i. in der Weise unbewußt bleibender Erregungen verlaufen. Denn auch bei solchem produzierenden Eigensprechen, also bei intensiver geistiger Arbeit, kann diese Leere des intellektuellen Bewußtseinsbestandes eintreten. Als wir oben (S. 9f.) die paradoxe Tatsache solcher Leere für das geläufige formulierte Denken über vertraute Gegenstände in Anspruch nahmen, war kein Anlaß, zu erwähnen, daß sie auch bei energischer geistiger Produktion auftreten kann. Sie ist dann vorhanden, wenn jenes vorbewußte Denken wirklich wird, das ich in anderem Zusammenhang zu charakterisieren versucht habe, d. i. wenn Beziehungen im Verlauf des Eigensprechens bewußt werden, die aus der stillen Werkstatt der associativen Verknüpfungen der unbewußt bleibenden Residualerregungen stammen. Die Präzisionswirkungen der Formulierung haben wir dann eben diesem Eigensprechen zuzurechnen.

Nur scheinbar indessen haben wir im vorstehenden den geplanten Weg zurückgelegt. Das Ziel einer Gesamtdarstellung des Eigensprechens ist noch nicht erreicht. Denn künstlich haben wir die Sprache bisher isolieren müssen und deshalb die Eigenart ihrer intellektuellen wie ihrer emotionellen Funktionen nur unvollständig klarlegen können.

Die äußere Sprache ist, eben weil ihre Funktionen in erster Linie gedankliche sind, niemals ein vollständiger Ausdruck unseres geistigen Innern. Jeder seelische Zustand eines Organismus kommt infolge der kausalen Zweckbeziehungen seiner Bestandteile, bei den zusammengesetzten Organismen also seiner Gewebe und Organe, schließlich in dem gesamten Äußern zum Ausdruck, und damit unter Umständen zur Mitteilung. Unserer Ausdrucksbewegungen, die als solche

zugleich in den Dienst der willkürlichen und vornehmlich der unwillkürlichen Mitteilung treten, ist Legion. Selbst wenn wir nur die muskulären Ausdrucksinnervationen in Rechnung stellen, bleibt ihre Mannigfaltigkeit und individuelle Verschiedenheit unübersehbar groß. Und die äußere Sprache ist nur ein spät, wenn auch besonders reich und intellektuell geprägtes Glied der (zumeist) unwillkürlichen reagierenden Bewegungen, in denen sich unser geistiges Innere darstellt. Die Herrschaft der muskulären Innervationen, die auf Grund unseres geistigen Innenlebens erfolgen, erstreckt sich wie über die Muskulatur der äußeren Sprache, so über die Gesichts- und Kopfmuskulatur, in besonders feinen Nuancierungen über das Bewegungs- und Sekretionsgebiet des Auges, also über das gesamte Mienenspiel, weiterhin über die Gesten jeder Art und zuletzt über die gesamte Körperhaltung. Unsere sprachlichen, gedanklichen Ausdrucksbewegungen drängen diese anderen nicht zurück, sondern stempeln sie nur zu Begleiterscheinungen der äußeren Sprache, wo und wie immer diese hervorgerufen wird. Und selbst als Begleiterscheinungen sind die nichtsprachlichen Ausdrucksbewegungen nichts weniger als bedeutungslos. Ungleich reicher und bestimmter als in der äußeren Sprache, auch wo diese nicht dazu dient, die Gedanken zu verhüllen oder gar zu verheimlichen, dokumentiert sich in ihnen der emotionelle Gehalt unseres Bewußtseins, zuletzt der emotionellen Spannungen unseres seelischen Lebens überhaupt. So sind der äußeren Sprache nicht nur in der Wiedergabe des intuitiv Erschauten enge intellektuelle Grenzen gesteckt, sondern für die Darstellung des emotionellen Lebens noch engere Schranken gezogen. Wir können geradezu sagen: Ist das Reden, und erst recht das Schreiben, unter Umständen nur ein kümmerlicher Ausdruck für unser Inneres und erst recht ein kümmerliches Verständigungsmittel, so versagt es noch viel mehr, wo es unseren emotionellen Innenbestand unwillkürlich oder gar willkürlich wiedergeben soll.

Es bedarf für dies alles kaum speziellerer Belege. Es sei deshalb nur an folgendes erinnert.

Wären wir fürs erste lediglich auf die Sprache angewiesen, um uns in fremdes seelisches Innere einzudenken und einzufühlen, so würde die Tierpsychologie wenigstens einen Teil der Ablehnung verdienen, die ihr von physiologischer und zoologischer Seite materialistischen wie seltsamerweise auch kantianisierenden Charakters zuteil geworden ist. Und doch wäre es überflüssig, genauer auszuführen, in welchem Maße wir intellektuelle wie emotionelle Regungen bei den uns nächststehenden Tieren nach völlig berechtigter Analogie erschließen dürfen. Näher liegen uns die Tatsachen, die den Analogieschlüssen auf das geistige Innere von unseresgleichen als Ansatzpunkte zum Erraten

ihres seelischen Lebens dienen. Selbst bei den gehaltensten und beherrschtesten Persönlichkeiten sind solche Ansatzpunkte der nichtsprachlichen reagierenden Bewegungen für den von vornherein Berufenen oder den Geschulten bis in feine emotionelle Regungen erkennbar. Die Temperamentvolleren unter uns und fast alle Glieder der erregbareren Völkerschaften des warmen Klimas zeigen sie leicht in so lebendiger Weise, daß der Vertraute aus ihnen selbst zartere Stimmungsverläufe und verwickeltere Gedankengänge erraten kann.

Noch ein anderes, wenn auch nur mittelbar bestätigendes Vergleichsmoment darf wenigstens berührt werden. Wir urteilen mit Recht, daß das lyrische Gedicht der adäquateste, weil intimste sprachliche Stimmungsausdruck sei, wie der adäquateste künstlerische Ausdruck unserer Emotionen überhaupt die Musik. Am weitesten entfernt sich davon anscheinend das Drama, das die inneren Vorgänge in den handelnden Personen durch äußeres Geschehen ausdrücken muß. Die Aufführung durch Berufene verfügt aber neben dem Wort über die ganze Mannigfaltigkeit der Ausdrucksmittel mimischer Art, in denen die dichterischen Visionen der Persönlichkeiten und Situationen leibhaftig und lebendig vor uns treten. So kann das Drama in ausgezeichneter Weise durch die nichtsprachlichen Ausdrucksmittel der Aufführung das volle intellektuelle und emotionelle Verständnis fast erzwingen. Kennen wir doch sogar Abzweigungen der dramatischen Kunst, in denen die Stimmungsvermittlung fast völlig oder ausschließlich durch nichtsprachliche reagierende Bewegungen erfolgt.

Allerdings vermag der Reichtum und die Variationsbreite der Kunstformen des nichtsprachlichen Ausdrucks die Regel primärer Unwillkürlichkeit des Eigensprechens nur indirekt zu bestätigen, nur dadurch, daß sie eben als Kunstformen Ausnahmen dieser Regel bieten. Denn es handelt sich in ihnen durchweg nicht um primär unwillkürliche, sondern um unwillkürlich gewordene, für die Mitteilung eingeübte, primär also absichtliche Ausdrucksreaktionen. Sie waren deshalb hier nur heranzuziehen, um die letzte Aufgabe unserer Analyse, die Einordnung der sprachlichen Reaktionen in die primär unwillkürlichen reagierenden Bewegungen überhaupt, zum Abschluß zu bringen.

Ich fasse die leitenden Gedanken ohne Rücksicht auf ihre vorstehende Reihenfolge zusammen.

Die artikulierten Sprachbewegungen unserer sogenannten Willkürsprache, d. i. des Eigensprechens, bilden Glieder der Ausdrucksbewegungen unseres geistigen Innern, die in unserer Organisation angelegt sind. Sie erfolgen, wie die übrigen, nichtsprachlichen Ausdrucksbewegungen, zumeist unwillkürlich, aber im überlieferten Sinn reflektorisch

nur dann, wenn die auslösenden Bedingungen durch gegenwärtige Sinnesreize gegeben sind. Wie die übrigen, zumeist optisch wahrnehmbaren Ausdrucksbewegungen, dienen sie — akustisch vermittelnd — der sinnlichen Offenbarung unseres geistigen Inneren, und eben dadurch der Mitteilung. Die spezifische Differenz des Eigensprechens, wie der äußeren Sprache überhaupt, gegenüber unseren nichtsprachlichen Ausdrucksbewegungen sowie den lauterzeugenden reagierenden Bewegungen der Tiere liegt demnach nicht in einer Willkürlichkeit oder Freiheit der Reaktionen, die der äußeren Sprache eigentümlich wäre. Denn unsere Sprachbewegungen sind fast durchgängig schon primär unwillkürlich; sie werden in den heranwachsenden Generationen der Sprachgemeinschaften zumeist durch unwillkürliche Nachahmung der Sprachlaute, zum Teil auch durch ebensolche Nachahmung der gesehenen Sprachbewegungen eingeübt. Jene Differenz ist auch nicht in dem Vorstellungsmaterial zu suchen, das in der Sprache zum Ausdruck kommt. Denn jede Art unserer Vorstellungen kann als Bestandteil unseres Inneren an dem nichtsprachlichen Ausdruck mitbeteiligt sein; den uns nächststehenden Tieren anderseits kommen in weitem Umfange nicht nur Wahrnehmungs-, Erinnerungs- und Einbildungs-, sondern auch abstrakte Vorstellungen sachlicher Abstraktion zu. Jene spezifische Differenz ist vielmehr darin zu suchen, daß unsere artikulierte Sprache in allen ihren Arten Gedanken, d. i. Urteile, prädikativ formuliert.

Alles sinnvolle Sprechen ist, wie mittelbar auch die Schrift, Verlautbarung der inneren Sprache, des stillen formulierten Denkens in seinen verschiedenen Typen. Auch die äußere Sprache ist demnach nicht bloß eine Äußerung der Gedanken, sondern selbst eine Art des Denkens; sie ist formuliertes Denken, neben dem ein unformuliertes, intuitives Denken in mannigfachen Abstufungen besteht. Sie kann sogar der Äußerung und Mitteilung der Gedanken nur dienstbar werden, weil sie eine Art des Denkens ist.

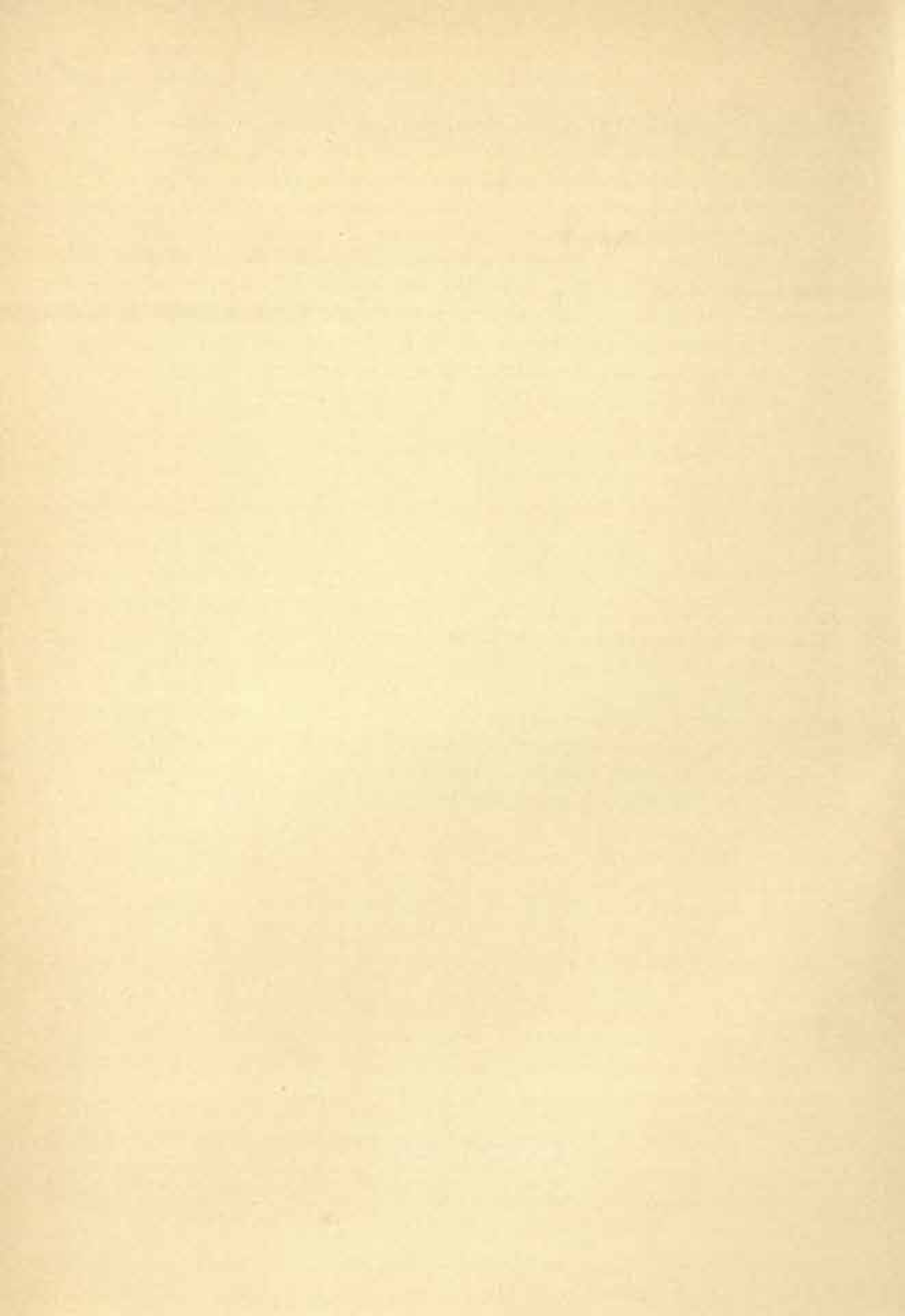
Der Gedankengehalt, der eine notwendige Vorbedingung sinnvollen Sprechens darstellt, muß formulierbar, aber er braucht in zweifacher Hinsicht nicht vor dem Sprechen formuliert zu sein. Sein Bedeutungsbestand wie der Bestand der stillen formulierenden Worte kann fast durchgängig bewußt sein; jener wie dieser Bestand kann jedoch, sowohl beim geläufigen, ungehemmten Sprechen über vertraute Gegenstände, wie bei intensivster geistiger Produktion im Reden, tatsächlich im Bewußtsein fehlen. Dann muß angenommen werden, daß die Gedächtnisresiduen der spezifischen Worte wie ihrer Bedeutungsinhalte unbewußt erregt sind. Diese dispositionellen Erregungen bilden, ebenso wie im ersten Fall die ihnen entsprechenden Vorstellungen,

Glieder einer reproduktiven Bereitschaft, die durch jede Art von emotionellen Bewußtseinsinhalten oder deren unbewußt bleibende Erregungen zur unwillkürlichen Innervation der Sprachmuskulatur angetrieben werden können.

Das Schlußglied des Eigensprechens, die motorisch-akustische Wahrnehmung des Gesprochenen, ist selbst dann für das Denken von Belang, wenn diese Lautwahrnehmungen, wie zumeist, von dem Sprechenden selbst kaum oder nur flüchtig beachtet werden. Sie helfen, den formulierten Gedankenzusammenhang zu festigen und zu präzisieren; sie besitzen außerdem eine vor- wie rückwirkende reproduktive Energie für den gesamten geistigen Erregungsbestand, der dem Sprechen zugrunde liegt.

Das Eigensprechen ist somit ein Naturprodukt unserer psychophysischen Organisation, das in der fast durchaus unwillkürlichen schöpferischen Gedankenarbeit ungezählter Generationen die Höhe, Feinheit und Verschiedenartigkeit des Ausdrucks erreicht, in denen die entwickelten Sprachen denken und dichten. Die intellektuellen und emotionellen Vorgänge, die das Eigensprechen auslösen, sowie diejenigen, die eben dieses selbst in dem Sprechenden entstehen läßt, sind Glieder der apperzeptiven und associativen, im Selbstbewußtsein auf das Ich bezogenen Reproduktionen, die das Gewebe unseres geistigen Lebens herstellen und durch ihre innervierenden Wirkungen sinnlich wahrnehmbar machen. Vorausgesetzt ist auch in diesen kausalen Wendungen, daß alle Glieder des physiologischen Ablaufs Bewegungsvorgänge sind; ebenso aber, daß eine durchgehende funktionelle Abhängigkeit zwischen den seelischen und den mechanischen Lebensvorgängen besteht.

Ausgegeben am 15. Januar.



1914.
II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

8. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Planck.

Hr. Orth las: Über eine Geschwulst des Nebennierenmarks, nebst Bemerkungen über die Nomenclatur der Geschwülste.

In einem klinisch als chronische Nephritis mit Herzhypertrophie diagnosticierten Falle fand sich als Ursache der Hypertrophie eine adrenalinhaltige Geschwulst des Nebennierenmarks. Angeknüpft wurden Bemerkungen über die Bezeichnung der Geschwülste überhaupt und derjenigen der Nebennieren im besonderen.

Über eine Geschwulst des Nebennierenmarks nebst Bemerkungen über die Nomenklatur der Geschwülste.

Von J. Orth.

Als ich im Jahre 1866 meine medizinischen Studien begann, beherrschte, in Süddeutschland wenigstens, das Lehrbuch der Anatomie von Hyrtl das Feld. In der in jenem Jahre erschienenen 9. Auflage ist die Nebenniere in dem Kapitel »Harnwerkzeuge« untergebracht. In einer Anmerkung schreibt der Verfasser in seiner witzelnden Weise: »Die unbekannte Funktion der Nebennieren sichert dieses Organ vor lästigen Nachfragen in der Heilwissenschaft.« Wie würde Hyrtl sich wundern, wenn er erführe, welche Fortschritte die Anatomie, Physiologie, Pathologie dieses Organs gemacht hat, wenn er erführe, wie viele Fragen heute in der Heilwissenschaft an dieses Organ gestellt werden. Freilich, alle können noch nicht beantwortet werden, aber die Grundlagen für die Beantwortung mehren sich ununterbrochen und werden von Jahr zu Jahr immer fester und sicherer. Immerhin dürfte noch jeder einzelne neue Beitrag zur Pathologie der Nebennieren willkommen sein.

Die Nebennieren des Menschen lassen zwei sehr deutlich verschiedene Substanzen erkennen, eine zentral gelegene graue, eine peripherische größtenteils gelbe, in ihrer innersten Schicht braune; jene wird das Mark, diese die Rinde genannt. Beide sind sowohl vergleichend anatomisch als auch entwicklungsgeschichtlich völlig unabhängig voneinander; das Mark entsteht aus dem Ektoderm gemeinsam mit dem Sympathikus, dessen spätere Ganglienzellen dieselben zelligen Vorstufen wie die späteren Zellen des Nebennierenmarks besitzen, die Rinde aus dem Mesoderm, aus einem Teil des Coelomepithels. Bei gewissen niederen Wirbeltieren liegen die beiden Substanzen räumlich getrennt, die der Rinde entsprechende bildet die Interrenalkörper, die andere die Suprarenal- oder besser Adrenalkörper. In der menschlichen Nebenniere sind beide zu einem anscheinend einheitlichen Organ

vereinigt, dieses enthält aber nicht die beiden Systeme vollständig, sondern von jedem derselben kommen auch außerhalb der Nebennieren Teile vor, so die sogenannten akzessorischen Nebennieren, welche nur selten neben Rinden- auch Marksubstanz enthalten (Beinebennieren), in der Regel nur aus Rindensubstanz bestehen (Beizwischennieren), so, hauptsächlich mit dem Sympathikus in Verbindung, Zellen, welche die histologische Eigentümlichkeit der Markzellen (Adrenalzellen) besitzen, nämlich mit Chromsäure und ihren Salzen sich braun zu färben (chromaffine, chrombraune, phaeochrome Zellen). In der Rinde finden sich von besonderen chemischen Substanzen lipoide Körnchen und Tröpfchen in den Zellen eingelagert.

Daß die Nebennieren lebenswichtige Organe sind, unterliegt keinem Zweifel mehr, ebensowenig, daß beide Organabschnitte lebenswichtige Aufgaben zu erfüllen haben. Während aber die physiologische Bedeutung der Rinde noch arg im Dunkel steckt, gilt als sicher, daß die Zellen der Marksubstanz die Aufgabe haben, Adrenalin zu erzeugen, einen wahrscheinlich vom Tyrosin, einem Produkt des Eiweißstoffwechsels abstammenden Körper, eines der sogenannten inneren Sekrete, ein Hormon.

Dieses Adrenalin, welches als flüssiges Produkt aus den Markzellen austritt und in das Venenblut übertritt, vermag verschiedenartige Wirkungen zu entfalten. In erster Linie Steigerung des Blutdrucks. Man kann das durch Adrenalineinspritzungen bei Tieren nachweisen. Wenn auch bei einmaliger Einspritzung die Wirkung sich nur auf wenige Minuten erstreckt, so gelingt es doch bei länger dauernder Infusion kleiner Mengen wenigstens mehrere Stunden lang eine Hyperadrenalinämie und damit einen erhöhten Blutdruck aufrecht zu erhalten.

Diese Erhöhung wird durch eine Zusammenziehung der kleinen Arterien bewirkt, doch nehmen nicht alle Körperarterien gleichmäßig daran teil, sondern die Nierenarterien stehen an der Spitze, andere, wie die Kranzarterien des Herzens, sollen im Gegenteil eine Erweiterung erfahren, offenbar weil die Adrenalinwirkung vom Sympathikus ausgeht und der Herzsympathikus keine vasokonstriktorischen, sondern nur vasodilatatorische Fasern führt. Hierdurch wird das Herz, im Gegensatz zu den Nieren, unter Adrenalinwirkung reichlicher von Blut durchströmt, außerdem aber wird auch noch eine weitere Förderung der Herztätigkeit durch eine erregende Einwirkung des Adrenalin auf die im Herzen selbst liegenden sympathischen Funktionszentren angenommen.

Weiter ist eine Einwirkung des Adrenalin auf den Kohlehydratstoffwechsel festgestellt. Es tritt durch Adrenalin eine Hyperglykose

des Blutes auf und daran anschließend eine Glykosurie. Diese bleibt (experimentell) bei Nierenschädigung aus, wobei die Diurese eine wichtige Rolle spielt, ebenso wie bei dem wechselnden Verhalten der Glykosurie bei dauernder experimenteller Adrenalinzufuhr. Es mögen hierbei Glykogen- oder Zuckererschöpfung an den Quellen oder Anpassung der Nieren an die Hyperglykämie oder besondere funktionelle Störungen in den Nieren eine Rolle spielen (Biedl).

Auch im Wärmehaushalt spielt das Adrenalin eine Rolle, denn es erhöht bei experimenteller Einführung in den Organismus die Körpertemperatur, so daß man geradezu von einem Adrenalinfieber gesprochen hat. Freilich ist zu beachten, daß bei Tieren diese Wirkung nur bei bestimmten Mengen eingeführten Adrenalins eintritt, bei höheren dagegen sich in ihr Gegenteil verwandelt.

Bei chronischer Adrenalinwirkung treten organische Veränderungen an verschiedenen Organen auf, so Hypertrophie des Herzens nebst gelegentlichen degenerativen Veränderungen, so Blutungen in verschiedenen Organen (Gehirn, Leber), entzündliche Veränderungen, Schrumpfungen in den Nieren, Erkrankungen der Arterien, insbesondere der Aortenwand, die aber mit der Arteriosklerose der menschlichen Gefäße meines Erachtens nicht identisch sind. Daß wie bei anderen Organen, so auch bei den Nebennieren der Sekretionsvorgang durch organische Erkrankungen beeinflußt wird, bedarf keiner weiteren Ausführung, es sei aber darauf hingewiesen, daß besonders Wiesel die Ansicht vertreten hat, daß Veränderungen der Nieren die Funktion des chromaffinen Systems beeinflussen könnten.

Wir sind damit zu den Beziehungen der Nebennieren zur Pathologie gekommen. Es ist natürlich lange bekannt, daß an den Nebennieren allerhand pathologisch-anatomische Veränderungen vorkommen, man hat auch wohl festgestellt, daß die beiden Abschnitte des Organs ihre eigenen Veränderungen haben, aber diese Veränderungen konnten in ihrer Bedeutung nicht beurteilt werden, ehe man nicht etwas Genaueres von der Tätigkeit der Organe wußte. So sind seit langer Zeit allerhand rückgängige Veränderungen, so sind Neubildungen, primäre Geschwülste sowohl der Rinden- als auch der Marksubstanz bekannt, so wissen wir seit 1855 durch Addison, daß es eine Krankheit gibt, welche ihren Ausgang von Veränderungen der Nebennieren (insbesondere Tuberkulose) nimmt, aber eine richtige Beurteilung der Befunde wurde erst angebahnt durch die Entdeckung des Adrenalins im Jahre 1901. Seit immer klarer wurde, daß diese so wirkungsvolle Substanz aus dem chromaffinen oder phaeochromen oder Adrenalsystem, zum Teil also aus dem Mark der Nebennieren stammt, haben insbesondere die Veränderungen dieses Markes die Aufmerksamkeit der Mediziner auf sich

gezogen, sowohl der Schwund als auch die Zunahme dieses Gewebes, aus denen man einerseits auf eine Verminderung, anderseits auf eine Vermehrung der Menge des abgesonderten Adrenalins glaubte schließen zu können. Daß je geringer die Menge der Marksubstanz ist, um so geringer auch ceteris paribus die Absonderung des Adrenalins an dieser Stelle sein muß, ist klar, aber ebenso klar ist, daß die Gesamtmenge des dem Blute überhaupt zugeführten Adrenalins durchaus von den sonst vorhandenen, sehr beträchtlichen Mengen von Adrenalgewebe abhängig ist. Wie beim Verlust einer Nebenniere die andere in der Rinde und im Mark kompensatorisch hypertrophisch werden kann, so können dies auch die Beiorgane, die seltenen Beinebennieren, die häufigeren Beizwischennieren und erst recht die regelmäßig vorhandenen extrasuprarenalen Bestandteile des chromaffinen oder Adrenalsystems, die sogenannten Paraganglien.

Anders ist es mit der Zunahme der Marksubstanz. Eine kompensatorische Atrophie ist uns nicht bekannt, eine Zunahme des Nebennierenmarks bedeutet also auch eine Zunahme der Adrenalinbildung, bedeutet eine Hyperadrenalinämie, vorausgesetzt, daß die Vergrößerung des Markes durch funktionstüchtiges Gewebe gebildet wird. Durch sekundäre Veränderungen, Blutungen, Degenerationen, Nekrose kann natürlich eine etwa bestehende Hypersekretion aufgehoben, ja in ihr Gegenteil verkehrt werden. Ist aber eine solche vorhanden, so darf man auch beim Menschen erwarten, daß sie alle jene Erscheinungen zeitigen wird, welche beim Tierexperiment nach Einführung von Adrenalin festgestellt worden sind.

Häufig findet sich bei Schrumpfnieren mit Herzhypertrophie auffällig große Marksubstanz, es ist aber der Befund nicht konstant und bis jetzt eine Einigung über die Natur und Bedeutung dieser Nebennierenveränderung noch nicht erzielt, insbesondere nicht darüber, ob sie eine Einwirkung auf den Blutdruck hat.

Sehr viel seltener sind geschwulstartige Bildungen im Nebennierenmark, welche sich als hyperplastische, d. h. als Abkömmlinge der Nierenmarkszellen, erweisen. Neusser war der erste, welcher von Nebennierenmarkgeschwülsten, welche er Karzinome nannte, eine Hyperfunktion der Nebenniere ableitete und auf die Ähnlichkeit der klinischen Erscheinungen mit denjenigen des chronischen Morbus Brightii hinwies, welche zu falschen klinischen Diagnosen Anlaß gegeben hatte.

Auch ich habe im vorigen Sommer einen derartigen Fall beobachtet.

Die Leiche eines 47jährigen Mannes war mit der Diagnose Nephritis chronica zur Sektion geliefert worden. Die Krankheit hatte etwa anfangs 1912 begonnen, im Herbst 1912 war von einem Arzt

Glykosurie festgestellt worden, worauf etwa ein halbes Jahr lang entsprechende Diät eingehalten wurde. Später wurde Eiweiß im Harn festgestellt, auch bei der Aufnahme in die Klinik am 7. Juni 1913; Zucker fehlte damals. Im Sediment waren vereinzelte hyaline und granulierte Zylinder, einige Epithelien und Leukocyten. Das Herz war vergrößert, die Töne laut und rein, die zweiten Töne besonders an der Pulmonalis stark akzentuiert, Puls stark gespannt, 100—110, gleich- und regelmäßig. Schon bei der Aufnahme fiel der hohe Blutdruck auf (130/220), am 8. Juni wurden 140/230, am 14. Juni 140/220, am 26. Juni 115/180 gemessen. Die Harnmenge schwankte unter fast ununterbrochenem Gebrauch von Diuretin meistens um 1500 ccm herum, die Temperatur hielt sich im allgemeinen auf der Norm, ging aber in den letzten 14 Tagen etwas herunter, so daß sie um 36° herum schwankte (niedrigste MT 35.6°). Nur in den ersten Tagen des Krankenhausaufenthaltes erreichte sie 38.3°, anscheinend im Anschluß an ein rechtsseitiges Pleuraexsudat, das am 10. Juni punktiert wurde. Allmählich trat allgemeine Wassersucht auf, und am 11. Juli erfolgte der Tod unter den Zeichen der Herzschwäche. Die klinische Diagnose lautete: Nephritis chronica, Myopathia cordis, Pleuritis exsudativa dextra.

Bei der Sektion (Nr. 694, 1913) fand sich nun eine enteneigroße Geschwulst des Marks der rechten Nebenniere, starke Hypertrophie und Dilatation des Herzens, besonders des linken Ventrikels, keine Nierenschrumpfung, mäßige Sklerose der Aorta, Flüssigkeitserguß in den Pleurahöhlen, besonders rechts, allgemeine Blutstauung und Wassersucht sowie eine Anzahl weniger wichtiger Nebenbefunde. Die geschwollene rechte Nebenniere lag fest der Leber an, in der man fingerbreit entfernt unter der Kapsel ein isoliertes, hanfkorngroßes Gebilde sah, das völlig der Nebennierenrinde glich. Die Geschwulst war etwa 7 cm lang, 4½ cm breit, hatte ein graurötliches, markiges Aussehen und ließ im Zentrum etwas reichlicher Bindegewebe und zahlreiche Gefäßdurchschnitte erkennen. Die Konsistenz war ziemlich weich, das Gewebe aber nicht zerreißlich. Am oberen Pol der Geschwulst befindet sich ein größerer unveränderter Teil der Nebenniere, an dem man deutlich die einzelnen Schichten erkennen kann; in diesem Teil liegt die Vena centralis. An der Vorderseite der Geschwulst zieht eine kaum 1 mm dicke Schicht gelben, der Nebennierenrinde gleichenden Gewebes entlang. Die linke Nebenniere zeigt im allgemeinen normale Verhältnisse, enthält aber einen etwa haselnußkerngroßen rundlichen Knoten, welcher durch seine, nur von kleinen rötlichbraunen Stellen unterbrochene gelbe Farbe sich als eine Rindenneubildung zu erkennen gibt. Die Kapsel beider Nieren war leicht abziehbar, Nierengröße 13 : 6½ : 4½; Oberfläche etwas gelappt und ganz fein höckerig, von

dunkelroter bis grauer Farbe. Auf dem Durchschnitt hat die Rinde die gleiche Farbe, überall treten in ihr feinste dunkelrote Pünktchen hervor, die Marksubstanz ist dunkelblaurot. In den obersten Rindenschichten rechts findet sich ein stecknadelkopfgroßer gelber Körper (Beizwischenniere) eingesprengt.

Es war sofort klar, daß die Herzveränderung nicht von der unbedeutenden Nierenveränderung herrühren konnte, sondern eine andere Ursache haben mußte, und da ergab sich von selbst der Gedanke, ob nicht die Herzveränderung Folge einer Hyperadrenalinämie sei, hervorgerufen durch die Geschwulst der rechten Nebenniere, welche sich schon makroskopisch als eine reine Markgeschwulst zu erkennen gab. Da die Sektion erst am zweiten Tage nach dem Tode ausgeführt wurde und also eine Chromreaktion nicht mehr zu erwarten war, ließ ich sofort einen mitten aus der Geschwulst herausgeschnittenen, also rindenfreien Teil der Geschwulst sowie einen Teil der linken Nebenniere auf Adrenalingehalt chemisch und biologisch (am Froschauge) untersuchen, mit dem Resultat, daß in beiden Objekten auf beide Methoden ein reichlicher Adrenalingehalt festgestellt wurde. Die Objekte wurden zerkleinert und etwa 18 Stunden mit der 10fachen Menge destillierten Wassers und Zusatz von einer Spur Toluol bei niedriger Temperatur stehengelassen. Dann wurde filtriert und die Filtrate untersucht:

a) mit Eisenchlorid; in beiden Filtraten trat Grünfärbung auf, die beim Stehen rötlich wurde;

b) am lebenden Froschauge; beide Filtrate bewirkten eine starke Erweiterung der vorher engen Pupille; bei einer Kontrollprobe mit destilliertem Wasser blieb die Pupille eng.

Schon die Menge des nach dem kräftigen Ausfall der Reaktionen vorhandenen Adrenalins ließ kaum einen Zweifel darüber, daß das Tumorgewebe selbst Adrenalinproduzent war, da jedoch immerhin mit der Möglichkeit zu rechnen war, daß aus etwa noch neben dem Tumor vorhandener Marksubstanz Adrenalin in die Geschwulst diffundiert sei, so machte ich die Gegenprobe an einer anderen Nebenniere, in deren Mark eine etwa mandelgroße, metastatisch von einem Magenkrebs aus entstandene Geschwulst vorhanden war. Trotzdem diese so sehr viel kleiner, also einer Diffusion leichter zugänglich war, konnte doch auf chemischem Wege gar kein und biologisch nur eine minimale Menge von Adrenalin nachgewiesen werden.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Geschwulst konnte man, besonders an Sudanpräparaten, sofort den schmalen Ueberzug von Rindengewebe von der Geschwulst scharf unterscheiden. Die Geschwulst wies aber keine einheitliche Zusammensetzung auf, sondern

zum Teil enthielt sie kleine Zellen mit einfachem runden Kern in größeren Haufen oder in Streifen zwischen Bindegewebe angeordnet, Zellen, welche mehr den Vorstufen der fertigen phaeochromen Zellen gleichen, zum andern Teil aber entsprachen die in kleinen Haufen oder auch Zügen angeordneten großen, unregelmäßig gestalteten Zellen den in dem normalen Nebennierenmark vorkommenden. Beide Abschnitte waren nicht voneinander getrennt, sondern gingen ohne scharfe Grenze ineinander über; in beiden fanden sich einzelne gelbbraune, offenbar von früheren kleinen Blutungen herrührende, Pigmenkörnchen enthaltende Zellen.

Da nun die mikroskopische Untersuchung der Nieren nur ganz geringfügige oberflächliche Schrumpfungserscheinungen erkennen ließ, durch die die Herzhypertrophie nicht zu erklären ist, da die Geschwulst Adrenalin enthielt und aus Zellen bestand, welche mit den normalen Markzellen oder ihren Vorstufen die größte Ähnlichkeit hatten, so halte ich mich zu dem Schlusse berechtigt, daß hier einer der seltenen Fälle vorliegt, in denen eine dauernde Hypersekretion von Adrenalin eine Blutdruckerhöhung und Herzhypertrophie mit Dilatation hervorgerufen hat. Daß zeitweilig auch Glykosurie bestand, geht aus der Anamnese hervor; daß sie später wieder verschwunden war, beweist nichts gegen die Annahme, daß auch sie eine Adrenalin-Glykosurie gewesen ist, wissen wir doch, daß sie bei chronischer Hyperadrenalinämie wieder verschwinden kann. Der hohe Blutdruck ist dauernd vorhanden gewesen, weil dauernd eine Hypersekretion von Adrenalin vorhanden war. Adrenalinfieber bestand nicht; es mag nicht die richtige Menge Adrenalin vorhanden gewesen sein, vielleicht zuviel, weil die Temperaturen zeitweise sehr niedrig waren.

Schwer ist es zu sagen, ob auch die Aortenveränderung etwas mit dem Adrenalin zu tun hat. Sie wies keine besonderen Erscheinungen auf: an der Innenfläche zahlreiche, aber kleine, bucklige, zum Teil beetartige Verdickungen, wie sie bei einem 47 jährigen Arbeiter an sich nichts Auffälliges darbieten. Mikroskopisch konnte nichts von einer besonderen Störung der Elemente der Media, welche bei den Tierversuchen die Hauptrolle spielt, aufgefunden werden.

Was die Nieren betrifft, so waren, wie erwähnt, außer den sekundären Stauungsveränderungen nur geringfügige Erscheinungen sogenannter chronischer Nephritis oder Nephropathie oder Schrumpfung nachzuweisen, immerhin war eine gewisse Veränderung vorhanden, und da es hier ausgeschlossen ist, daß die Nierenveränderung die Nebennierenveränderung erzeugt haben könnte, so wird man daran denken dürfen, wie es von Neusser und Wiesel zuerst ausgesprochen worden ist, daß umgekehrt die Hyperadrenalinämie vielleicht für die leichten

chronischen Schrumpferscheinungen verantwortlich zu machen ist. Ein Beweis dafür kann natürlich nicht geführt werden.

Für die Herzhypertrophie kommt wohl sicher in erster Linie der erhöhte Blutdruck oder, genauer gesagt, die durch das überreichlich vorhandene Adrenalin erzeugte Hinderniseinschaltung infolge der übermäßigen Kontraktion kleiner Arterien in Betracht. Es muß jedoch auch berücksichtigt werden, daß ein dauernder verstärkter Anreiz zur Tätigkeit seitens der sympathischen Herzganglien sowie eine dauernde lebhaftere Durchströmung der Kranzgefäße als Folge von verstärkter Adrenalinwirkung anzunehmen ist, beides Umstände, welche zum Eintritt einer Muskelhypertrophie beitragen können. Übrigens erschienen die Kranzgefäße am Leichenherzen mittelweit und waren mit zahlreichen gelben Verdickungen der Innenfläche versehen.

Als eine Folge des dauernd erhöhten Blutdrucks im linken Ventrikel darf es wohl angesehen werden, daß dessen Wandauskleidung, besonders in der Gegend der Papillarmuskeln und des Septum außerordentlich stark verdickt und weißgrau gefärbt war.

Die Tatsache, daß eine zweifellose Geschwulst noch eine typische Funktion ausübt, ist den Pathologen nichts Unbekanntes. Die Cancroide erzeugen Keratin, ja zuweilen auch Keratohyalin, viele Magen- und Darmkrebse bereiten Schleim, Lebergeschwülste können, selbst in Metastasen, Galle erzeugen, aber daß Geschwülste auch Hormone erzeugen, das ist doch nichts Alltägliches. Das Gegenteil ist uns geläufiger: Ausfallserscheinungen durch Geschwulstbildung der Schilddrüse, der Hypophysis, ja der Nebennieren selbst, denn es gibt Fälle von sogenannter Addisonscher Krankheit, bei denen nicht wie gewöhnlich eine Tuberkulose, sondern eine Geschwulstbildung in den Nebennieren die Ursache des Ausfalls der Nebennierenhormone darstellt. Im vorliegenden Falle haben wir eine offenbar aus den adrenalinogenen Zellen der Marksubstanz hervorgegangene Geschwulst, deren Zellen die hohen funktionellen Fähigkeiten ihrer Stammeltern bewahrt hatten und ein an sich physiologisches Sekret lieferten, das auch in normaler Weise in das Blut abgesondert wurde, das aber doch dem Gesamtorganismus nicht nur nichts genutzt, sondern ihm erheblichen Schaden zugefügt hat. Sicherlich wirken viele Geschwülste, insbesondere unter den Epitheliomen, in ähnlicher Weise, also durch Absonderung chemisch wirksamer Körper ins Blut, schädigend auf den übrigen Körper ein, aber dabei handelt es sich wohl vorzugsweise um qualitativ von den normalen Absonderungen abweichende Stoffe, während es sich hier nur um eine quantitative Störung handelt, um die Absonderung eines physiologischen Hormons aber in übergroßer und darum schädlicher Menge.

Eine hierhergehörige interessante Beobachtung hat Gierke mitgeteilt, der in Metastasen einer Schilddrüsengeschwulst erhebliche Mengen organisch gebundenen Jods aufgefunden hat. Adrenalin ist schon in Geschwülsten des Nebennierenmarks, ja auch in Metastasen einer Nebennierengeschwulst gefunden worden, und zwar von Davidsohn in einer melanotischen Geschwulst. Im allgemeinen wird man die melanotischen Nebennierengeschwülste von der Rindensubstanz ableiten, und Davidsohn selbst hat in einem früheren Falle aus dem hiesigen Institut ebensowenig wie Neuberg Adrenalin gefunden, sondern nur ein Enzym, welches mit Adrenalin einen braunschwarzen Farbstoff bildete. Hier wies der Tumor nur rindenähnliche Zellen auf, in seinem späteren Falle hat Davidsohn Rinden- und Marksubstanz nachgewiesen und in der letzten das Adrenalin. In einem in meinem Institut beobachteten und von Kawashima in Virch. Arch. Bd. 203, 1911, S. 66, veröffentlichten Fall von Nebennierenmarktumor bei multiplen Hautfibromen war leider eine Adrenalinprüfung nicht gemacht worden. Es war keine Herzhypertrophie vorhanden.

In reinen Rindentumoren ist bisher Adrenalin nicht nachgewiesen. Über die Hormone der Rinde wissen wir noch zu wenig, nur das eine darf als feststehend betrachtet werden — ich selbst habe in Göttingen einen hierhergehörigen Fall beobachtet und in einer Festschrift für Virchow mitgeteilt —, daß zwischen den Geschlechtsteilen, insbesondere den weiblichen, und der Nebennierenrinde Korrelationen bestehen, die ihren Ausdruck in dem Zusammenvorkommen von Vermehrung des Rindengewebes und Störungen in der Entwicklung der Genitalien finden. Damit ist sicherlich die Bedeutung der Rinde noch nicht erschöpft, vielmehr darf man auch an eine weitere Funktion der Lipoide der Nebennierenrinde denken.

Es haben nun von jeher die Bezeichnungen für diese verschiedenen Geschwülste der Nebennieren Schwierigkeiten gemacht. Rudolf Virchow hat in seinem klassischen Werk über die Geschwülste, welches — bei uns in Deutschland wenigstens — immer noch die Hauptgrundlage für die Geschwulstbezeichnung bildet, auf die Ähnlichkeit der drei Drüsen, Schilddrüse, Hirnanhang (Virchow gebrauchte für diese Drüse auch noch den alten Namen Schleimdrüse, Glandula pituitaria) und Nebennierenrinde hingewiesen und für die bei allen dreien vorkommenden hyperplastischen Bildungen die Bezeichnung Struma angewandt, also von einer Struma thyreoidea, pituitaria, suprarenalis gesprochen. Die partiellen Hyperplasien der Marksubstanz dagegen verglich er mit der Hyperplasie der Zirbel, und da er diese wesentlich als ein ependymäres, also neurogliomatöses Gebilde ansah, so gebrauchte

er für beide Organe (Zirbel und Nebenniere) die Bezeichnung Gliom, freilich nur mit Zagen, soweit das Nebennierenmark in Betracht kommt, und indem er es für die Zirbel dahingestellt sein läßt, ob die Geschwulst nicht vielmehr zu den Neuromen zu rechnen sei. Diese Zweifel sind heute freilich nicht mehr begründet, denn während Virchow die Neuroglia noch scharf von den nervösen Geweben trennte und den Bindesubstanzen zurechnete, betrachtet man die Glia heutzutage auch als nervös, die Gliome also in gewissem Sinne auch als Neurome. Ich halte es deshalb für richtiger und genauer, von Neurogliomen statt von Gliomen schlechtweg zu sprechen. Beide Namen, Gliom wie Neurogliom, entsprechen dem gerade von Virchow befolgten Prinzip, daß man an die Bezeichnung des Gewebes, welches die Geschwulst zusammensetzt, die Endung om(a) anfügt. Die Bezeichnung der Rindengeschwülste als Struma fällt ganz aus diesem Rahmen heraus und erschien insbesondere für jene Fälle nicht befriedigend, in welchen es sich um größere, zum Teil mit allen Eigenschaften der Bösartigkeit ausgestattete, aus Nebennierenrinde hervorgegangene Geschwülste handelt. Aber wie sollte man sie nennen? Schon Virchow hatte proklamiert, daß eine Klassifikation der Geschwülste auf anatomisch-genetischer Grundlage aufzustellen sei. Danach ist im allgemeinen bis in die neueste Zeit hinein gehandelt worden, insbesondere hat sich die Anschauung immer mehr Geltung verschafft, daß Geschwülste, welche Epithelien als wesentlichen Bestandteil enthalten und aus präformierten Epithelien hervorgegangen sind, mit Recht als Epitheliome bezeichnet werden dürfen. Je nach Art und insbesondere Anordnung der Epithelien gibt es Unterarten der Epitheliome, darunter solche, welche eine Anordnung der Epithelien darbieten wie in normalen Drüsen, welche darum als Adenome bezeichnet werden dürfen. In der Regel handelt es sich dabei um Bildung von Drüsenhohlräumen, aber an sich ist deren Anwesenheit nicht ein notwendiges Erfordernis, gibt es doch Drüsen, welche in ihrer Entwicklung auch ein solides Stadium haben, ist doch auch in der fertigen Leber des Menschen von eigentlichen Drüsenhohlräumen, wie sie in anderen Drüsen vorkommen, nichts zu sehen. Es scheint mir deshalb nicht so sehr darauf anzukommen, ob in der Nebennierenrinde Lücken zwischen den Zellen vorkommen oder nicht, worüber ein eifriger Streit geführt worden ist, sondern darauf, daß die Zellen der Rinde vom Coelomepithel abstammen und darum als Drüsenepithelien angesehen werden dürfen. Aus ihnen hervorgehende Geschwülste können deshalb sehr wohl als Adenome bezeichnet werden (vollständiger Epithelioma adenomatosum) und dies um so mehr, als es tatsächlich Geschwülste des Nebennierenrindengewebes gibt, welche deutliche Drüsenhohlräume enthalten.

Bei den pigmentierten Geschwülsten kann es bei der Bezeichnung Melanome verbleiben, mögen sie nun ausschließlich der Rinde entstammen oder, wie Davidsohn von seinem einen Falle behauptet, Rinden- und Markelemente enthalten. Wie aber soll man eine Geschwulst nennen, wie sie im hier mitgeteilten Falle vorliegt? Ihre Zellen entstammen dem äußeren Keimblatt, dem auch die Neuroepithelien entstammen, aber sie haben eine andere Differenzierung erhalten, sind Geschwister der Ganglienzellen des Sympathikus. Niemand wird auf den Gedanken kommen, eine Geschwulst, in welcher sympathische Ganglienzellen als Geschwulstzellen vorkommen — es gibt ja solche Geschwülste — als Epitheliome zu bezeichnen, weil diese Zellen dem Hornsinnesblatt entstammen, sondern man hat sie stets Neurome genannt. Folglich dürfen wir auch die Markzellen nicht als Epithelien bezeichnen, können sie freilich auch nicht den Ganglienzellen gleichstellen, also aus ihnen zusammengesetzte Geschwülste nicht Neurome nennen. Ob es Geschwülste gibt, welche man als Gliome oder Neurogliome zu bezeichnen das Recht hat, scheint mir noch nicht sichergestellt, jedenfalls würde ich für meine und ähnliche Geschwülste eine solche Bezeichnung nicht für zutreffend halten. Die sie bildenden Zellen sind Zellen besonderer Art, die auch einen besonderen Namen verdienen. Es sind reife oder unreife adrenalinogene oder Adrenalzellen, und daraus könnte man die Bezeichnung Adrenalocytome, vielleicht auch kurz Adrenalome, ableiten, es ließe sich aber auch nach Analogie des von Ribbert gebildeten Wortes Chromatophorome, da Phaeochromocytome oder Phaeochromome nicht gut lauten würde, der Ausdruck Phaeochromatome wohl gebrauchen. Er würde, nach Virchows Verlangen auf anatomischer Grundlage gebildet, zum Ausdruck bringen, daß die Geschwulst aus Abkömmlingen der phaeochromen Zellen besteht und würde sowohl für Markgeschwülste der Nebennieren als auch für etwa an anderen Stellen, z. B. an Paraganglien oder der Carotisdrüse, vorkommende ähnliche Geschwülste brauchbar sein. Zur Unterscheidung nach dem Sitze brauchte man nur ein entsprechendes Beiwort, z. B. suprarenale, hinzuzusetzen, wie es ja auch bei den Rindengeschwülsten geschehen muß (Adenoma suprarenale).

Nun hat sich aber gerade für Nebennierengeschwülste noch ein anderer Gebrauch ausgebildet, der allen histologischen und genetischen Schwierigkeiten aus dem Wege geht, indem er darauf verzichtet, den Namen nach dem allgemeinen Gewebscharakter zu bilden, sondern einfach nach dem Namen des betreffenden Organs, aus dem die Neubildung hervorgegangen ist. So bildete Birch-Hirschfeld den Namen Hypernephrom. Er ist gebildet für die Rindengeschwülste, aber paßt natürlich in gleicher Weise auch für solche des Markes; Hypernephroma

corticale würde für die einen, Hypernephroma medullare für die anderen gelten. Obwohl gegen diese grundsätzlich von der seitherigen Gepflogenheit abweichende Namengebung von vielen Seiten, so von Marchand (Naturforscherversammlung in München 1899[1]), von mir u. a. Opposition gemacht worden ist, hat sich das Wort doch mehr und mehr eingebürgert, und es wird nicht mehr aus der ärztlichen Sprache zu entfernen sein. Das wäre schließlich erträglich, wenn es bei dem einen atypischen Worte geblieben wäre, haben wir doch in der Geschwulstlehre auch schon eine Anzahl anderer abweichend gebildeter Worte (Sarcom, Carcinom usw.), aber das ist leider nicht geschehen. Marchand fragte am angegebenen Orte, was würde man zu einem Nephrom, einem Hypophysom sagen? Ein Paragangliom (hyperplastische Geschwulst des chromaffinen Systems) existiert schon, ein Hepatom haben wir neuerdings auch schon bekommen, und das Hypophysom wird vielleicht nicht mehr lange auf sich warten lassen. Ob ein Gastrom, Uterom, Mammom noch folgen soll?

Eigentlich müßte man unter einem Hepatom eine neugebildete Leber verstehen, das ist aber nicht gemeint, sondern nur eine geschwulstartige Neubildung von dem Typus des Lebergewebes und ausgegangen von den Leberzellen. Nun liegt ja derartigen Bezeichnungen insofern ein richtiger Gedanke zugrunde, als die Epithelien jedes einzelnen Organs, insbesondere der sezernierenden Drüsen, eigenartig differenzierte Zellen sind, welche sich von allen anderen sowohl morphologisch wie funktionell unterscheiden. Aus ihnen hervorgehende Geschwülste müssen demgemäß ebenfalls entsprechende Besonderheiten haben, mindestens so lange als die Geschwulstzellen noch in hohem Maße morphologisch und funktionell ihren normalen Vorfahren gleichen. Ein Epitheliom der Haut läßt seine Verschiedenheit von einem Epitheliom des Magens oder der Mamma leicht erkennen, aber auch zwischen den Epitheliomen des Magens, des Rektums, des Uteruskörpers, der Mamma, der Nieren usf. müssen Verschiedenheiten bestehen, welche von den Verschiedenheiten der Mutterzellen abhängig sind. Aber die Geschwulstzellen brauchen die Eigenschaften ihrer Mutterzellen gar nicht beizubehalten, sie können sich je länger je mehr von ihnen entfernen, ana- oder kataplastisch werden, ja sie können anscheinend unter Umständen so völlig ihre Natur ändern, daß z. B. in Magenkrebsen neben Zylinderepithelien auch verhornende Plattenepithelien vorhanden sind. Epithelien sind solche Zellen immer noch, aber mit Magenepithelien haben sie nun nichts mehr gemein. Man sollte also auf dem Wege,

[1] Marchand, F., Über die Beziehungen der pathologischen Anatomie zur Entwicklungsgeschichte, besonders der Keimblattlehre; Verhandl. d. Deutschen Pathol. Ges. II. 1900, S. 106.

Organbezeichnungen zur Grundlage von Geschwulstbezeichnungen zu machen, nicht weitergehen, denn er würde zu einer heillosen Verwirrung führen. Es ist deshalb durchaus zu billigen, daß die Nomenklaturkommission der internationalen Vereinigung für Krebsforschung den Grundsatz angenommen hat, daß der Stamm des Hauptwortes jeder Geschwulstbezeichnung die gewebliche Zusammensetzung der Geschwulst zum Ausdruck bringen soll, daß die Morphologie, womöglich in Verbindung mit der Histogenese, prinzipiell den Grundnamen liefern soll.

Ausgegeben am 15. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1914.

III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

15. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Seckel las: Dos caduca und hereditas caduca in dem neuerworbenen Papyrus der Berliner Museen. (Ersch. später.)

In dem Instructionsbuch für den ägyptischen Idiologen, das uns in einem Auszug aus der Zeit des Antoninus Pius seit kurzem vorliegt, werden, innerhalb eines grösseren Abschnitts über bona vacantia, caduca u. s. w., in einer geschlossenen Reihe von Paragraphen gewisse Fälle der Einziehung von Mitgift und letztwilliger Zuwendung geregelt. Die Regelung bezieht sich auf Römer und Latiner. Sie geht zum Theil auf bekannte Quellen römischen Rechts zurück (unter denen das Senatus consultum Claudianum zu fehlen scheint); inhaltlich bringen die neugefundenen Vorschriften eine sehr werthvolle Bereicherung unseres bisherigen Wissens über die Ehe- und Kindergesetzgebung des Augustus und seiner Nachfolger. So wird z. B. die Erbschaft, die Ehe- und Kinderlosen hinterlassen ist, vom Fiscus nur eingezogen, wenn der bedachte Mann 100000, die bedachte Frau 50000 Sesterz Vermögen hat.

2. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Hrn. F. E. Schulze in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe vom 8. Januar vorgelegten Abhandlung des Hrn. Prof. Dr. L. Will in Rostock: »Colloidale Substanz als Energiequelle für die mikroskopischen Schusswaffen der Coelenteraten« in die Abhandlungen des Jahres 1914.

3. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: Abt. I, Bd. 10 der von der Deutschen Commission der Akademie herausgegebenen Gesammelten Schriften Wielands, enthaltend Abderiten, Stilpon, Danischmend bearb. von L. Pfannmüller (Berlin 1913); Serie III der Beiträge zur Flora von Papuasien hrsg. von C. Lauterbach, enthaltend Ergebnisse eines Unternehmens der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung (Leipzig und Berlin 1913); Bd. 8 der Gesammelten Schriften Theodor Mommsens (Berlin 1913) und Bd. 2 der Gesammelten Schriften Wilhelm Diltheys (Leipzig und Berlin 1914); end-

lich das von dem correspondirenden Mitglied Hrn. Darboux eingesandte Werk Leçons sur la théorie générale des surfaces. 2. édition. Partie 1 (Paris 1914).

Das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Friedrich Leo in Göttingen ist in der Nacht vom 14. auf den 15. Januar verstorben.

Ausgegeben am 29. Januar.

1914.
IV.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Planck.

1. Hr. Penck sprach über **antarktische Probleme**.

Durch die grossen Expeditionen Anfang unseres Jahrhunderts ist eine grosse Verschiedenheit im geologischen Bau von Ost- und Westantarktika erwiesen worden. Die Feststellung der Grenze beider Theile ist eine wichtige Aufgabe für Forschungen, die bereits geplant sind. Weitere Probleme bietet der Umriss von Antarktika, der nur an $^5/_8$ des Continentes gekannt ist. Namentlich das für die erste deutsche Südpolarexpedition in Aussicht genommen gewesene Forschungsfeld westlich von Wilkes-Land und das Gebiet östlich König Eduard VII.-Land bedürfen dringend der Untersuchung.

2. Das correspondirende Mitglied Hr. Wien in Würzburg übersendet eine Abhandlung: »**Über eine von der elektromagnetischen Theorie geforderte Einwirkung des magnetischen Feldes auf die von Wasserstoffkanalstrahlen ausgesandten Spectrallinien.**«

Die elektromagnetische Theorie verlangt, dass auf alle in einem magnetischen Felde bewegten Ladungen eine Kraft wirkt, die dem Product aus der magnetischen Kraft in die Geschwindigkeit gleich ist. Nachdem Hr. Stark gefunden hat, dass manche Spectrallinien durch die elektrische Kraft aufgespalten werden, muss, wenn die elektromagnetische Theorie auch für den Leuchtvorgang gültig ist, eine analoge Wirkung im magnetischen Felde eintreten, wenn die Lichtquellen mit grosser Geschwindigkeit bewegt werden. Diese schnell bewegten Lichtquellen kann man in den Kanalstrahlen realisiren, und man beobachtet in der That eine Wirkung auf die Spectrallinien des Wasserstoffs, wie sie zu erwarten war. Die von der Theorie verlangte Veränderung der Spectrallinien stimmt der Grössenordnung nach mit der thatsächlich beobachteten überein.

Antarktische Probleme.

Von Albrecht Penck.

Die großen Seefahrten in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts haben in einem weiten Umkreise um den Südpol Küstenstriche entdeckt, die man von vornherein geneigt war, als Gestade eines antarktischen Kontinents aufzufassen[1]. Aber als A. Petermann für Stielers Handatlas eine kritisch bearbeitete Karte des Südpolargebietes entworfen und in den Erläuterungen dazu[2] zu zeigen versucht hatte, daß sich im antarktischen Gebiete vornehmlich Wasser erstrecke, da verschwand von den deutschen Karten der Name »Antarktischer Kontinent«, und an seine Stelle wurde in der Regel »Antarktischer Ozean« geschrieben. Erst nachdem 1874 der »Challenger« seinen Vorstoß über den südlichen Polarkreis gemacht und hier ein sanftes Ansteigen des mit erratischen Blöcken überstreuten Meeresbodens nachgewiesen hatte, und als sich die Vorstellung mehr und mehr einbürgerte, daß die Eisberge der südlichen Meere von einer großen Inlandeismasse herrührten, da befestigte sich neuerlich — namentlich unter dem Einflusse von Sir John Murray[3] — die Vorstellung, daß ein großer antarktischer Kontinent vorhanden sein müsse. Hans Reiter[4] nannte ihn Antarktis, aber Fricker[5] bemerkte sehr richtig, daß der Name Antarktis eine Gegenarktis bezeichne, die Antipodenregion der Nordpolargebiete, mit anderen Worten die Umgebung des Südpols, wie die Arktis die des Nordpols, und es bürgerte sich allmählich der Name »Antarktika« für den großen antarktischen Kontinent[6] ein. Aber noch 1893 glaubte Armand Rainaud[7] dessen

[1] Der neue antarktische Continent oder Neuschottland. Bertuch, Neue allgemeine geographische Ephemeriden VIII, 1820, S. 81. Vgl. auch S. 373.

[2] Neue Karte der Südpolarregionen. Petermanns Mitteilungen IX, 1863, S. 407.

[3] The Exploration of the Antarctic Regions. Scottish Geographical Magazine II, 1886, S. 527. Penck, Das Verhältnis des Land- und Wasserareales auf der Erdoberfläche. Mitteilungen k. k. Geogr. Gesellsch., Wien 1886, S. 193 (197).

[4] Die Südpolarfrage. Habilitationsschrift Freiburg. Weimar 1886. Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie VI, Weimar 1887.

[5] Antarktis. Bibliothek der Länderkunde I, Berlin 1898, S. 1.

[6] Vgl. A. Penck, Antarktika. Deutsche Geographische Blätter XXVII, 1904, S. 1.

[7] Le continent austral. Hypothèses et découvertes. Paris 1893.

Existenz verneinen zu sollen. Schon auf Grund des bis 1886 bekannt gewordenen Küstenverlaufes, der Erhebungsverhältnisse der Küstenstrecken, vor allem aber auf Grund der Lage zu den benachbarten Weltmeeren meinte Hans Reiter Schlüsse auf den inneren Bau Antarktikas ziehen und wie in Südamerika eine Faltungszone und ein Massiv unterscheiden zu können. Geschah diese Unterscheidung auch auf unzulänglicher Grundlage, und ist das Bild, welches Reiter vom Bau Antarktikas entworfen hat, auch in wichtigen Stücken falsch, so hat er doch, im Grunde genommen, das Richtige getroffen. Dies läßt sich auf Grund der Forschungen unseres Jahrhunderts aussprechen.

Diese Forschungen setzten planmäßig ein. Das Deutsche Reich, England, Schottland und Schweden entsandten große wissenschaftliche Expeditionen mit der Aufgabe, den Schleier, der noch über Antarktika lag, zu lüften, und teilten sich in zielbewußter Weise in das weite Arbeitsfeld, das zu dem Ende in vier Quadranten zerlegt wurde. Die deutsche Expedition unter E. v. Drygalski wählte die beiden Quadranten im Süden des indischen und atlantischen Ozeans zum Arbeitsgebiet und im wesentlichen die Einfallsroute, für welche seit 1872 Georg Neumayer[1] unermüdlich in Wort und Schrift eingetreten war. Sie ging von den Kerguelen nach Süden, damit unstreitig eine sehr schwierige Aufgabe ergreifend; denn man hatte keinen sicheren Anhalt dafür, wo man Land südlich der Kerguelen treffen würde. Zwar konnte man glauben, daß dasselbe in der Flucht von Wilkesland–Kempland verlaufen würde; aber Neumayer nahm an, daß sich zwischen beiden Ländern das Meer weit nach Süden erstrecke. In der Tat war hier 1874 der »Challenger«, ohne auf namhafte Schwierigkeiten zu stoßen, bis über den Polarkreis hinausgekommen und hatte offenes Wasser von ansehnlicher Tiefe angetroffen. Nicht undenkbar war daher, daß man südlich der Kerguelen ein Westgestade des Viktorialandes auffinden würde. Von einem solchen wurde denn auch bei der Planlegung der deutschen Expedition wiederholt gesprochen[2], und auf ihm hoffte man etwa unter 70° s. Br. südlich des Terminationslandes von Wilkes eine Station anlegen zu können[3]. Nicht minder schwierig lagen die Dinge für die schottische Expedition unter Bruce, welche im alten Arbeitsgebiete der schottischen Walfischfänger in der Weddellsee pol-

[1] Die Erforschung des Südpolargebietes. Zeitschrift d. Gesellsch. f. Erdk., Berlin, VII, 1872, S. 120.

[2] Denkschrift, betreffend die deutsche Südpolar-Expedition. Reichsdruckerei 1899, S. 4. Plan und Aufgaben der deutschen Südpolar-Expedition. Verh. d. Gesellsch. f. Erdk., Berlin, XXVI, 1899, S. 432. Verh. d. VII. intern. Geographenkongresses, Berlin 1899. Berlin 1901, S. 631.

[3] Vgl. die Karte Verh. d. Gesellsch. f. Erdk., Berlin, XXVI, 1899, Taf. 1 und zum letzterwähnten Vortrage.

wärts vorzudringen beabsichtigte und dort eine Station jenseits von 80° s. Br. anlegen wollte[1], welche Absicht jedoch später aufgegeben wurde. Die beiden anderen Expeditionen wählten bereits bekannte Gebiete als Ausgangspunkte, um von diesen aus tiefer in Antarktika einzudringen: die Engländer unter Scott das Südviktorialand an der Roßsee und die Schweden unter Otto Nordenskjöld die Ostseite von Grahamland. Dies gewährte die beste Möglichkeit, sich der Erforschung des Festlandes zu widmen und dessen geologischen Bau zu erkunden.

Die Deutsche Südpolarexpedition hat Land gesichtet nicht weit von der Stelle, wo Wilkes Anzeichen von Land gefunden hatte, das dann als Terminationsland auf den Karten verzeichnet worden ist. Aber zu spät in die antarktischen Gewässer aufgebrochen, hat v. Drygalski[2] das dicht am südlichen Polarkreise gelegene Gestade nicht zu Schiff erreicht und es auch nicht weiter nach Westen hin verfolgen können: denn er wurde bald auf offener See vom Eise gefangengenommen, weswegen er keinen festen Stützpunkt für weitere Erkundigungen hatte. Auf wiederholten Schlittenreisen war es lediglich möglich, eine kleine Erhebung am Saume des Binneneises, den Gaußberg, zu erreichen, der aus vulkanischem Gesteine der atlantischen Sippe besteht[3]. Weiter südlich aber müssen andere Gesteine[4] herrschen; denn die Ausläufer des Inlandeises, die den Gaußberg umfluten, haben hier Geschiebe von Zweiglimmergneisen, von pyroxenhaltigen Gneisen aus dem tieferen Niveau der kristallinen Schiefer, von Hornblendegesteinen, selten solche von dolomitischem Kalkstein sowie quarzigem Sandstein und Konglomeraten, endlich solche von Granit, Gabbro und Diabasporphyrit gestrandet. Ein tieferes Eindringen in das westlich vom Gaußberge gelegene Meer ist der deutschen Südpolarexpedition versagt geblieben.

Hatte die deutsche Expedition den Saum des antarktischen Landes in der Nähe einer Stelle gefunden, wo man ihn auf Grund älterer Beobachtungen mutmaßen konnte, so hat die schottische Expedition[5] unter Bruce Land an einer Stelle entdeckt, die außerhalb der verschiedenen Rekonstruktionen Antarktikas liegt, nämlich im Osten des

---

[1] William S. Bruce, The proposed National Antarctic Expedition. Scottish Geographical Magazine XVI, 1900, S. 352.

[2] Zum Kontinent des eisigen Südens. Berlin 1904.

[3] C. Philippi, Geologische Beschreibung des Gaußberges. Deutsche Südpolar-Expedition Bd. II, S. 47 (1906).

[4] R. Reinisch, Die von der Deutschen Südpolarexpedition (1901—1903) gesammelten Gesteinsproben. Congrès géologique international. Compte-Rendu XI[e] session. Stockholm 1910. Stockholm 1912, S. 861.

[5] Some Results of the Scottish National Antarctic Expedition. Scottish Geographical Magazine XXI, 1905, S. 401.

von WEDDELL entdeckten offenen Meeres. Aber über die Zusammensetzung dieses gänzlich vom Binneneise bedeckten Coatslandes konnte BRUCE nichts ermitteln. Er lotete ferner in dem von WEDDELL entdeckten und von diesem König-Georg-IV.-See benannten Meere, das nach FRICKERS Vorschlag heute den Namen Weddellsee führt, große Meerestiefen, welche gewärtigen ließen, daß sich dies Meer zwischen Coatsland und Grahamland noch weiter nach Süden erstrecke.

Außerordentlich reich waren die Ergebnisse der englischen und schwedischen Expeditionen. In zielbewußter Weise hat SCOTT den Ostabfall des Südviktorialandes untersucht und weit nach Süden hin verfolgt[1]. Er führte den Nachweis, daß das Eis, das in der Roßbarriere gegen die Roßsee hin abbricht, schwimmt und sich weit bis über 82° hinaus nach Süden erstreckt. Hieraus ist zu schließen, daß das Becken der Roßsee sich gleichfalls mindestens bis 82° S unter dem Eise ausdehnt, und zwar der Weddellsee entgegenstreckt. Es war also durch die englische und schottische Expedition eine tiefe Einschnürung von Antarktika nachgewiesen worden, und Sir CLEMENTS MARKHAM[2] hat deswegen sowie auf Grund von häufigen feuchten Südwinden, welche die englische Expedition beobachtet hat, gemutmaßt, daß die in der Roßbarriere abbrechenden Eismassen eine schmale Furche ausfüllten, die sich quer durch Antarktika als Verbindung zwischen Roßsee und Weddellsee erstrecke, damit einen Gedanken aufgreifend, den BERNACCHI[3] bereits angedeutet hatte. Ganz besonders wichtig aber waren die geologischen Ergebnisse. FERRAR[4] konnte zeigen, daß sich im Südviktorialande auf einem Sockel stark gestörter archaischer Gesteine und über minder gestörtem kambrischen Kalke eine mächtige Decke von Sandsteinen flach lagert, über die sich dann eine solche von Diabas breitet. Das Alter des Sandsteins hatte sich nicht genau feststellen lassen, aber auf Grund von Koniferenresten, welche später SHACKLETON weiter südlich im Beaconsandstein gefunden hat, ist wahrscheinlich, daß dieser mesozoischen Alters ist und möglicherweise der Gondwanaformation entspricht[5]. Das war überraschend, da man auf Grund

[1] The Voyage of the Discovery. London 1905.

[2] Address to the Royal Geographical Society 1905. The Geographical Journal XXVI, 1905, S. 1 (25).

[3] Topography of South Victoria Land (Antarctic). Geogr. Journal XVII, 1901, S. 478. Abgedruckt in The Antarctic Manual. London 1901. S. 497.

[4] Summary of the Geological Observations in The Voyage of the Discovery II, S. 437. Näheres in National Antarctic Expedition 1901—1904. Natural History vol I. Geology. London 1907.

[5] R. E. PRIESTLEY and T. W. EDGEWORTH DAVID, Geological Notes of the British Antarctic Expedition 1907—1909. Congrès géologique international. Compte-Rendu XI[e] session Stockholm 1910. Stockholm 1912, I, S. 767.

der geologischen Beobachtungen von Bernacchi unfern Kap Ardare nur von der Existenz gefalteter Schichten, allerdings unbekannten Alters, wußte, und da Hans Reiter im Südviktorialande ein gefaltetes Gebirge von pazifischem Bau angenommen hatte. Es wurde klar, daß das Südviktorialand einen ähnlichen geologischen Aufbau besitzt wie die Massive von Brasilien, von Vorderindien und Australien.

Ganz andere Dinge fanden die Schweden in Grahamland. Mit vollem Vorbedacht hatte O. Nordenskjöld[1] seine Expedition an dessen Ostküste gerichtet, wo durch Larsen fossilführende Ablagerungen nachgewiesen waren; und wenn auch die Expedition ihre Station nicht so weit im Süden anlegen konnte, wie beabsichtigt war, so konnte sie dieselbe doch inmitten fossilreicher mesozoischer und tertiärer Ablagerungen errichten, deren systematische Ausbeute ungemein reiche Aufschlüsse über die paläoklimatischen Verhältnisse dieses Teiles von Antarktika gewährte. Das geologische Hauptergebnis ist, daß die Schichtfolge im Osten von Grahamland dieselbe ist wie im Osten von Patagonien, daß ferner die Westküste von Grahamland aus denselben andinen Gesteinen aufgebaut wird wie das westliche Patagonien. Hier im Westen wiesen die Schweden ferner unter den gefalteten Schichten auch solche mesozoischen Alters mit reicher jurassischer Flora[2] nach, also gestörte mesozoische Schichten, während die Sandsteine des Südviktorialandes flach gelagert sind. Hans Reiters Mutmaßung war hier zutreffend; das westliche Gramhamland zeigt pazifische Faltung, und die Annahme von Arctowski erwies sich als richtig: in Grahamland setzt sich der geologische Bau von Patagonien nach Antarktika hinein fort, weswegen er hier von »Anarktanden« spricht[3].

O. Nordenskjöld hat den ersten Nachweis für die engen Beziehungen zwischen diesen Antarktanden und dem westlichen Patagonien geführt[4]. Dann zog J. Gunnar Andersson[5] eine entsprechende geologische Parallele zwischen dem östlichen Grahamland und dem östlichen Patagonien. O. Wilkens[6] kam auf Grund seiner Untersuchungen über die von den Schweden gesammelten Fossilien zu gleichem Ergebnisse und wies zugleich auf die fundamentale Ver-

---

[1] Antarctic. Berlin 1904.

[2] Halle. The mesozoic Flora of Graham Land. Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Südpolar-Expedition. IV. 14. 1913.

[3] Géographie physique de la région antarctique. Bull. Soc. royale belge de Géographie 1900, Nr. 1.

[4] Petrographische Untersuchungen aus dem westantarktischen Gebiete. Bull. Geolog. Inst. Upsala VI, 1903, S. 234.

[5] On the Geology of Graham Land. Ebenda VII, 1906, S. 19.

[6] Zur Geologie der Südpolarländer. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1906, S. 173.

schiedenheit im geologischen Bau von Grahamland und Südviktorialand hin, nachdem kurz zuvor Ferrar die vorläufigen Ergebnisse seiner Untersuchungen veröffentlicht hatte. Gleichzeitig mit ihm zeigte Philippi, daß die Gesteine des Gaußberges der atlantischen Gesteinssippe angehören, und daß von einem pazifischen Küstentypus im Viktorialande, wie ihn Reiter angenommen hatte, nicht die Rede sein könne. Seither hat O. Nordenskjöld wiederholt auf die fundamentale Verschiedenheit im geologischen Bau jener beiden Teile von Antarktika hingewiesen, welche Edwin Swift Balch[1] als Ost- und Westantarktika unterschieden hat, nämlich des Landes im rechten Winkel zwischen Südviktorialand und Wilkesland einerseits und des Landes im Süden von Südamerika andererseits. Auf Grund der Ergebnisse der schwedischen Untersuchungen hat ferner Eduard Suess dargelegt, wie sich die amerikanischen Cordilleren, nachdem sie sich in den Antillen weit gegen Osten ausgestülpt haben, gleiches zwischen Patagonien und Grahamland in dem Inselzuge der Südsandwichinseln und Südorkneyinseln tun, um sich dann in Grahamland fortzusetzen. Es geht also durch Antarktika ebenso die Grenze zwischen pazifischen Falten und atlantischen Schollen hindurch, wie durch die beiden Amerika und das arktische Gebiet[2]. Hierdurch wurde für die antarktische Forschung ein neues Problem in den Vordergrund gerückt, nämlich die Grenze zwischen den Ketten von Westantarktika und dem Massive von Ostantarktika festzustellen.

Darüber waren nur Mutmaßungen möglich. Erfahrungen über den Schichtbau der Erdkruste lenkten 1910 den Blick in eine bestimmte Richtung. Wenn in ganz Südamerika sich der Bau der Cordilleren durch eine Niederung scheidet von dem Massive Brasiliens, so darf man wohl Ähnliches in Antarktika gewärtigen, da dessen westlicher Teil ein genaues Gegenstück an Patagonien ist. Erscheint hier nicht die Weddellsee als das eine Ende einer solchen Antarktika durchsetzenden Furche? Und liegt nicht in der Roßsee das andere Ende dieser Furche vor? Das Barriereeis der Roßsee war durch die erste Expedition von Scott und die dann folgende Expedition von Shackleton bis auf 82° S verfolgt, und auf Grund der von Bruce geloteten großen Tiefen war zu gewärtigen, daß sich die Weddellsee erheblich über die von Weddell erreichte höchste Südbreite hinauszieht. Für die letztere Annahme sprachen auch die von den Schweden im östlichen Grahamlande gemachten meteorologischen Beobachtungen. Hier herrschen nicht, wie sonst am Saume von Antarktika, östliche

[1] Antarctica. Philadelphia 1902, S. 13.

[2] Das Antlitz der Erde III[2], Leipzig 1909, S. 552.

Winde, sondern südliche treten in den Vordergrund. Sie zeigen an, daß im Osten von Ostgrahamland sich ein ausgedehnteres barometrisches Minimum befindet, wie sich ein solches in den Meeren höherer Breiten über dem Meere einzustellen pflegt. Danach konnte man schließen, daß die Weddellsee sich etwa so weit wie die Roßsee, nämlich bis nahe 80° S, in Antarktika erstrecke, und zwar gerade an der Grenze von West- und Ostantarktika, somit der Roßsee auf 1900 km nahekäme. Da konnte man sich fragen, ob nicht zwischen beiden Teilen von Antarktika ein gänzlich vom Eise bedeckter Meeresarm durchlaufe. Einer solchen Mutmaßung standen 1910 keinerlei Gründe aus dem bis dahin bekannten Verlaufe der Küsten und Höhen von Antarktika entgegen. Ich sprach sie aus, als Wilhelm Filchner seine Absicht mitteilte, eine antarktische Expedition zu unternehmen, um seine Aufmerksamkeit auf einen offenen Punkt zu lenken. Daß ich selbst keineswegs davon überzeugt war, mit der Arbeitshypothese unbedingt das Richtige zu treffen, machte ich dadurch ersichtlich, daß ich auf einem Kärtchen, welches meine Darlegungen begleitet, in der Mitte zwischen Weddellsee und Roßsee schrieb: »Land oder See«[1].

Wilhelm Filchner hat das Problem aufgegriffen und hat in erstaunlich kurzer Zeit Mittel für eine neue deutsche antarktische Expedition zu gewinnen vermocht, die er nach der Weddellsee richtete, um die gegenseitigen Beziehungen zwischen West- und Ostantarktika aufzuhellen. Für sein Unternehmen gilt dasselbe, was Ferdinand von Richthofen in seiner letzten Arbeit[2] über die schottische Südpolarexpedition von Bruce gesagt hat: »Die Aufgabe ist betreffs der geplanten Seefahrt in unbekannte Gebiete an Kühnheit mit derjenigen Drygalskis zu vergleichen.« Aber während Richthofen hinzufügte, daß die Aufgabe, die sich Bruce schließlich gestellt, derjenigen Drygalskis insofern nachstünde, als eine Überwinterung in der Antarktis nicht beabsichtigt war und nicht ausgeführt wurde, so kann eine derartige Einschränkung gegenüber der Deutschen Antarktischen Expedition Filchners nicht gemacht werden.

Frühzeitig, zu Beginn des antarktischen Sommerhalbjahres von Südgeorgien aufbrechend[3], konnte die »Deutschland« in die Weddellsee eindringen, ohne gerade auf große Schwierigkeiten zu stoßen, indem sie sich auf deren Ostseite hielt. Sie traf hier, ebenso wie Weddell, nach Überwindung eines allerdings sehr breiten Treibeis-

---

[1] Plan einer deutschen antarktischen Expedition. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde 1910, S. 154.

[2] Ergebnisse und Ziele der Südpolarforschung. Berlin 1905, S. 20.

[3] Erich Przybyllok, Deutsche Antarktische Expedition. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde. Berlin 1913, S. 1.

gürtels schließlich offenes Meer, in welchem sie 400 km über den von WEDDELL erreichten Südpunkt hinauskam, nämlich bis über 77° 48′ hinaus. In der Fortsetzung des von BRUCE entdeckten Coatslandes fand FILCHNER neues eisüberkleidetes Land, welches er Prinzregent-Luitpold-Land nannte. Dann ward die Weiterfahrt gehindert durch eine Eisbarriere, welche ganz ähnlich der der Roßsee die Weddellsee gegen Süden begrenzt. In dem Winkel, in welchem diese »Filchnerbarriere« an das Prinzregent-Luitpold-Land stößt, in der »Herzog-Ernst-Bai«, versuchte FILCHNER die Errichtung einer Winterstation. Aber der dafür ausgewählte Platz, ein eingefrorener Eisberg, war ein ungünstiger: Schon stand das Winterhaus, da löste sich die Eisfläche, die den Eisberg umschloß, bei einer Springflut in Trümmer auf und trieb davon. Nun mußte die Expedition umkehren, und da es spät im Jahre geworden war, so ward sie bald vom Eise eingeschlossen, erfreulicherweise aber nicht in den Küstengewässern, sondern auf offener See. Sie machte nunmehr eine Eistrift durch bis dahin gänzlich unbekannt gebliebene Meerestiefen, ähnlich der Trift der »Belgica« unter DE GERLACHE und des »Pourquoi Pas« unter CHARCOT.

Ist es FILCHNER ebenso wie VON DRYGALSKI nicht möglich gewesen, in Antarktika selbst einzudringen, und ist es ihm gleich VON DRYGALSKI versagt geblieben, nach seiner Rückkehr aus dem Eise sich abermals dem Süden zuzuwenden, so hat doch die deutsche antarktische Expedition eine Fülle neuer Ergebnisse erzielt, welche sie zu einer der erfolgreicheren Polarexpeditionen stempeln. Mag uns vom nationalen Gesichtspunkte aus mit Stolz und Freude erfüllen, daß schließlich, nachdem die Meere durch die Schiffe anderer Nationen fast allenthalben erforscht worden sind, es noch möglich geworden ist, an einer Stelle die deutsche Flagge wesentlich über den äußersten Punkt hinauszubringen, welche die Schiffe anderer Völker erreicht haben, und zum ersten Male eine deutsche Seeentdeckung zu machen, so liegt in wissenschaftlicher Hinsicht die Bedeutung der Deutschen Antarktischen Expedition darin, daß sie den praktischen Beweis für die Ausdehnung und Schiffbarkeit eines Meeres brachte, auf welche man theoretisch schließen konnte. Die Weddellsee reicht so weit in Antarktika hinein wie die Roßsee, viel weiter als BRUCE[1] annahm, indem er glaubte, daß sie sich nur bis 75° oder 76° erstrecke. Gleich der Roßsee ist die Weddellsee im Süden durch eine Eisbarriere abgeschlossen, und es bewirken Roßsee und Weddellsee eine erheblich tiefergehende Einschnürung von Antarktika, als bis-

[1] Über die Fortsetzung des antarktischen Festlandes zwischen Enderbyland, Coatsland und Grahamland sowie das Vorhandensein von Südgrönland. Edinburgh 1910. Scottish Oceanographic Laboratory.

her gezeigt worden war[1]. Ferner fand sich die zyklonale Luftbewegung, welche über der Weddellsee erwartet wurde. Sie trieb die »Deutschland« auf der Ostseite jenes Meeres nach Süden und auf der Westseite wieder zurück.

Es kann hier nicht näher auf die Beobachtungen eingegangen werden, welche die wissenschaftlichen Begleiter Filchners angestellt haben, auf die erdmagnetischen von Przybyllok, auf die ozeanographischen von Brennecke[2], auf die meteorologischen von Barkow[3], auf die über das antarktische Eis und Südgeorgien von Fr. Heim[4] — darüber wird ein größeres Werk Näheres bringen, dessen Herausgabe die Gesellschaft für Erdkunde in Berlin übernommen hat. Hier sollen nur die Beobachtungen berührt werden, welche Licht auf die gegenseitigen Beziehungen zwischen Ost- und Westantarktika werfen. Geologische Beobachtungen kommen kaum nicht in Betracht; denn während das Winterquartier errichtet wurde, war keine Gelegenheit, die kärglichen Gesteinsausbisse in der Nachbarschaft zu besuchen und zu entscheiden, ob hier ost- oder westantarktisches Gebirge vorliegt. Auf einem sicher vom Lande stammenden Eisberge fand Fr. Heim Moräne, die ausschließlich aus einer fossilleeren, konglomeratischen Arkose bestand, die man eventuell mit den Gondwanaschichten des Südviktorialandes vergleichen könnte. Das Antlitz des Landes trägt jedenfalls nicht das Gepräge des westlichen Grahamlandes. Es handelt sich um eine fast gänzlich übereiste Küste, ähnlich der, wie sie v. Drygalski im Kaiser-Wilhelm-II.-Land und Bruce im Coatslande gesichtet haben. Diese wenigen Beobachtungen sprechen eher dafür, daß ein Stück Ostantarktika vorliegt, als daß wir es mit einem Ausläufer von Westantarktika zu tun haben. Wichtig ist, daß an der Eisbarriere, welche die Weddellsee im Süden begrenzt, keine großen Tiefen gelotet worden sind. Danach ist keine ansehnliche Ausdehnung der Weddellsee unter dem Eise der Barriere weiter gegen Süden zu gewärtigen und darf die Frage, ob Wasser oder Land zwischen Weddell- und Roßsee vorhanden ist, mit großer Wahrscheinlichkeit als zugunsten des Landes entschieden

[1] In welch weitem Umfange die auf dem Wege wissenschaftlicher Deduktion gewonnenen Voraussetzungen eintrafen, geht daraus hervor, daß Filchner sein Winterquartier nur wenige Kilometer von der Stelle entfernt zu errichten versuchte, wo er es meiner Meinung nach nehmen würde und wo es bei einer nötig gewesenen Hilfsexpedition gesucht worden wäre.

[2] Ozeanographische Arbeiten der Deutschen Antarktischen Expedition (Die Eisfahrt) Annalen der Hydrographie XLI 1913, S. 134.

[3] Vorläufiger Bericht über die meteorologischen Beobachtungen der Deutschen Antarktischen Expedition. Veröffentlichungen des Königl. Preußischen meteorol. Instituts Nr. 265, Abh. IV 11, 1913.

[4] Geologische Beobachtungen über Süd-Georgien. Zeitschr. d. Gesellschaft f. Erdkunde, Berlin 1912, S. 451.

betrachtet werden. Von erheblicher Bedeutung ist ferner, daß die Deutsche Antarktische Expedition bei ihrer Rückkehr zwischen den Südorkneys und den südlichen Sandwichinseln geringe Tiefen an einer Stelle lotete, wo Grolls Tiefenkarte des Atlantischen Ozeans noch eine trennende Furche von über 4000 m Tiefe verzeichnen konnte[1]. Damit wird erwiesen, daß beide Inselgruppen einem submarinen Sockel aufsitzen, der sich an Westantarktika anschließt; dies gewährt der namentlich von Eduard Suess vertretenen Ansicht eine feste Stütze, daß die südlichen Sandwichinseln als Fortsetzung von Westantarktika ein Seitenstück zu den Antillen darstellen. Endlich sei erwähnt, daß bei ihrer langen Eistrift die Deutsche Antarktische Expedition nahe der Stelle, wo Morrell angibt, ein südliches Grönland gesehen zu haben, große Meerestiefen gelotet hat, welche nicht mit großer Landnähe vereinbarlich sind, und daß ein Schlittenvorstoß, welchen Filchner mit zwei Begleitern vom treibenden Schiffe aus nach Westen hin vornahm, auch nicht zur Auffindung des Landes an der von Morrell angegebenen Stelle führte. Das erscheint deswegen wichtig, weil über die Realität der angeblichen Entdeckungen von Morrell immer noch keine Einhelligkeit herrscht: Während Georg Neumayer[2] und namentlich Mill[3] Zweifel hegen, ist nicht bloß Balch für die Entdeckungen von Morrell eingetreten, indem er allerdings annimmt, daß die Längen um 10 Grade falsch angegeben sind, sondern auch Bruce verzeichnet auf seinen neuesten Karten von Antarktika einen Landvorsprung in der Weddellsee, an Stelle des von Morrell angeblich gefundenen Südgrönland, welches bis dahin reicht, wo auf englischen Seekarten angegeben wird, daß James Clark Ross am 10. Februar zwischen 65°/66° S und 48°/49° W Anzeichen von Land wahrgenommen habe. Aber an diesen »Anzeichen von Land« ist nicht bloß Bruce selbst in einer Entfernung von 200 km vorbeigefahren, Tiefen von über 4000 m lotend, sondern auch die Deutschland ist in solcher Entfernung an ihnen passiert, große Tiefen antreffend, und keinerlei Anzeichen der Landnähe spürend. Ross[4] selbst endlich gedenkt ihrer in seinem Reisewerke nicht. Ich glaube daher, daß man der Weddellsee nicht bloß nach Süden, sondern auch nach Westen einen erheblich größeren Umfang zuschreiben muß, als von Bruce geschehen und ihr Areal um eine halbe Million Quadratkilometer

[1] Tiefenkarten der Ozeane. Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde. Berlin, N. F., A II, 1912. Vgl. S. 45.

[2] Notwendigkeit und Durchführbarkeit der antarktischen Forschung. Verh. d V. Deutschen Geographentages, Hamburg 1885. Berlin 1885, S. 172 (178).

[3] The siege of the South Pole. London 1905, S. 104.

[4] A Voyage of Discovery and Research in the Southern and Antarctic Regions 1847, II. S. 357.

größer annehmen muß. Alle diese geographischen Entdeckungen der Deutschen Antarktischen Expedition sind um so höher zu veranschlagen, als der Führer des Schiffes — die einzige Persönlichkeit des Stabes, die mit der Eismeerschiffahrt vertraut war — mit unfester Gesundheit die Reise angetreten hatte und schließlich im Eismeere dem Tode erlag. Kapitän Vahsel hatte dies sein Schicksal geahnt: er übergab beim Verlassen von Südgeorgien seine Dekorationen dem hier ansässigen, um die antarktische Forschung hochverdienten Kapitän Larsen mit der Bitte, sie nach Rückkehr des Schiffes seiner Mutter zu übermitteln; er werde sicher nicht zurückkehren, da sein Herz gänzlich hin sei[1].

Während die Deutsche Antarktische Expedition auf der einen Seite Antarktikas den erwarteten Nachweis einer tiefen Einschnürung brachte, kamen von der andern Seite unerwartete Entdeckungen. In aller Stille war Amundsen mit einer norwegischen Expedition in die Roßsee gegangen, um gegen den Südpol vorzustoßen. Seine »Eroberung« desselben ist in erster Linie eine großartig organisierte, zielbewußt durchgeführte Expedition nach einem bestimmten Ziele hin, welche durch die Technik ihrer Durchführung vorbildlich werden dürfte für alle späteren Landreisen im Südpolargebiete. Indem aber Amundsen auf neuem Wege den Pol erreichte[2], hatte er eine Menge neuer, zum Teil überraschender geographischer Ergebnisse[3] erzielt, welche für die Auffassung der Beziehungen zwischen Ost- und Westantarktika von großer Bedeutung sind. Amundsen verfolgte das an der Roßsee abbrechende niedere Eis bis 85° S, also bis in eine Entfernung von 1600 km von der Weddellsee. Hier endet es stumpf zwischen den Kronprinz-Olaf-Gipfeln im Westen und dem Carmenland im Osten. Höchstwahrscheinlich schließen sich die Kronprinz-Olaf-Gipfel an den Ostabfall des Südviktorialandes an; der Verlauf des Carmenlandes ist aber nicht bekannt. Zwischen ihm und dem König-Eduard-VII.-Land ist im Osten der Roßsee weiteres Land vorhanden. Amundsen spricht allerdings nur von Andeutungen von solchem. Aber er hat in einem Gespräche mit mir seiner festen Überzeugung Ausdruck gegeben, daß auch östlich seines Kurses zwischen 81° und 82° Land liege. Lediglich der Umstand, daß er hier nicht Gesteinsaufragungen gesehen, habe ihn gehindert, mit Bestimmtheit vom Lande zu reden. Aber er habe hier dasselbe charakteristische Ansteigen der Eisoberfläche wahrgenommen, das in andern Fällen, z. B. Kaiser-Wilhelm-II.-Land und Coatsland als untrügliches Anzeichen des Landes ge-

[1] Mitteilung von Kapitän Larsen.

[2] Die Eroberung des Südpols, München 1912.

[3] Vgl. mein Referat, Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde 1913, S. 218.

nommen werde. Zwischen diesem Amundsenlande — wie ich es nennen möchte — und dem Carmenlande existiert eine unbekannte Strecke von etwa 200 km. Hier müßte die Furche zwischen Roßsee und Weddellsee durchlaufen, falls sie existiert. Sehr wichtig ist ferner, daß Amundsen, nachdem er zum Südplateau emporgestiegen, Berge von etwa 5000 m Höhe im Osten sah. Man kann dieses Königin-Maud-Gebirge als aufgebogenen Rand von Ostantarktika ansehen, als Fortsetzung des hohen Ostsaumes des Südviktorialandes, mit dem es durch die Kronprinz-Olaf-Gipfel verbunden ist. Man kann es aber auch als Fortsetzung des Carmenlandes betrachten, an das es sich eng anschließt. Nun hatten die Engländer auf ihrem Wege zum Pol alle höheren Berge westlich von sich, während Amundsen sie östlich von sich hatte. Denkbar ist daher, daß die Höhen vom Carmenlande und das Königin-Maud-Gebirge eine Art Vorlage des Südviktorialandes bilden und von ihm durch einen verhältnismäßig niederen Streifen Landes getrennt werden, in welchem der Beardmoregletscher und der Teufelsgletscher zur eisbedeckten Roßsee herabfließen.

Bleibt für die Auffassung der orographischen Zusammenhänge der von Amundsen entdeckten Gebirgszüge ein recht ansehnlicher Spielraum, so eröffnen die wenigen geologischen Funde, über die er berichtet, die Möglichkeit zu nicht minder zahlreichen morphologischen Spekulationen über das Verhältnis von Ost- und Westantarktika. Dort, wo Amundsen emporstieg zum Polarplateau, fand er lediglich kristalline Gesteinsarten, weißen Granit, Granitaplit, Gneisgranit, Gneis, quarzreichen Glimmerschiefer und keinerlei Sedimentgesteine. Diese Gesellschaft erinnert an das Sockelgestein von Ostantarktika. Groß ist nach J. Schetelig[1] die Ähnlichkeit dieser Gesteine mit solchen des König-Eduard-VII.-Landes. Hier sammelte Prestrud bei einer von Amundsen ausgesandten Schlittenexpedition auf dem Scottfelsen glimmerreichen Granit, Granodiorit, Quarzdiorit, eine Gesteinsart auf der Grenze zum quarzfreien Diorit, sowie Quarzdioritschiefer. Glimmerschiefer fand sich nicht unter den heimgebrachten Proben. Wohl aber dredschte Scotts erste Expedition an der Küste von Eduard-VII.-Land, wie Ferrar berichtet, Geschiebe von Gneis und Granit. Schetelig hat keinen Zweifel darüber, daß die von Amundsen und von Prestrud gesammelten Gesteine dem Grundgebirge von Ostantarktika entsprechen. Danach würde die gesamte Umgebung der Roßsee zum antarktischen Massive gehören, und es würde sich die westantarktische Kette auf Grahamland und dessen

---

[1] Vorläufige Mitteilung über das Ergebnis der Untersuchung der Gesteinsproben, die Roald Amundsen von seiner Forschungsreise mitgebracht hat. Amundsen, Eroberung des Südpols II, S. 900.

nächste Umgebung beschränken, so wie es Rudmose Brown[1] annimmt. Aber O. Nordenskjöld[2], welcher einige der am Scottfelsen gesammelten Gesteine untersucht hat, hegt Zweifel, ob sie archaisch sind, und es ist ihm wahrscheinlich, daß sie mehr an die jugendlichen Andendiorite erinnern, obwohl sie nicht die dafür bezeichneten mikroskopischen Strukturen aufweisen. Jedenfalls wagt er das König-Eduard-VII.-Land nicht zu dem ostantarktischen Massive zu stellen und schließt seine Würdigung an Westantarktika. So bleibt die Stellung von König-Eduard-VII.-Land ebenso offen wie die Stellung des Königin-Maud-Gebirges.

In seiner Oberflächengestaltung scheint sich das König-Eduard-VII.-Land eher den Plateaus von Ostantarktika als den Ketten von Grahamland anzuschließen; aber wir wissen, wie sich nicht selten Ketten dort, wo sie enden, verflachen, man denke nur an das Nordostende der Alpen. Auf Grund der großen Gipfelhöhe möchte man ferner geneigt sein, das Königin-Maud-Gebirge eher als westantarktische Kette, denn als einen bloßen Plateaurand aufzufassen; denn die großen Erhebungen der Erde gehören, sofern sie nicht vulkanisch sind — und dafür haben wir in unserem Falle keinen Anhalt — den Ketten und nicht den Massiven an. Auch würde die Zugehörigkeit der von Amundsen bei seinem Anstiege auf das Polarplateau gefundenen Gesteine zu jenen des ostantarktischen Sockels noch nicht beweisen, daß hier ein Stück Massiv vorliegt. Wir sehen z. B. im nordwestlichen Argentinien, daß die dortigen pampinen Sierren, die sich an die Cordilleren angliedern, aus Gesteinen des brasilianischen Massivs bestehen. Die Gesteinsbeschaffenheit allein darf uns eben nicht leiten, um über die Zusammengehörigkeit von Gebirgen zu entscheiden: dafür ist in erster Linie die Struktur maßgebend. Wenn aber Westantarktika sich bisher als Spiegelbild von Patagonien erwiesen hat, so wäre auch denkbar, daß es sich in seiner weiteren Fortsetzung als Spiegelbild weiter nördlich gelegener Teile der Anden darstellt und daß sich auch an seiner Zusammensetzung Massivgesteine beteiligen. Allerdings würde dann ein großer Unterschied bleiben: daß sich zwischen die pampinen Sierren der Cordilleren und das brasilianische Massiv eine tiefe Senke einschaltet, während eine solche in Antarktika fehlen würde. Aber man sieht in Nordamerika, wie sich die Cordilleren an ein höheres ungefaltetes Plateau anschmiegen. Dicht rückt die Sierra Nevada an das Coloradoplateau heran, und zwischen beiden erstreckt sich ziemlich hoch gelegenes Land. Dabei aber brechen die Sierra Nevada und das Colorado-

[1] Geographical Journal XL, 1912, S. 548.

[2] Handbuch der regionalen Geologie VIII 6, Antarktis, Heidelberg 1913, S. 16.

plateau beide nach Süden jäh ab, und bei flüchtiger Betrachtung könnte es scheinen, als ob ein zusammenhängender Abfall sich vom Westsaume der Sierra Nevada bis zum Südabbruche des Coloradoplateaus ziehen würde. Auf diese Tatsache sei lediglich hingewiesen, um eine Möglichkeit anzudeuten, wie das Königin-Maud-Gebirge zu Westantarktika gehören kann, ohne vom Plateau Ostantarktikas durch eine tiefe Furche geschieden zu sein. Man könnte das Königin-Maud-Gebirge mit der Sierra Nevada, das Carmenland mit der San Bernardino Range, den Ostabbruch des Südviktorialandes mit dem Rande des Coloradoplateaus, die Kronprinz-Olaf-Gipfel endlich mit Höhen vergleichen, die sich zwischen das Coloradoplateau und die Sierra Nevada einschalten. Ich rolle diese Möglichkeit auf, um eine Arbeitshypothese aufzustellen, der ich keine größere Bedeutung zuschreibe als der von mir früher ins Auge gefaßten Möglichkeit einer Verbindung zwischen Roß- und Weddellsee. Arbeitshypothesen sind eben in der Wissenschaft nötig, da sie die Forschung auf bestimmte Probleme hin lenken. Die offene Frage ist in unserem Falle: gehört das Königin-Maud-Gebirge zu Ostantarktika — dann suchen wir seine Fortsetzung im Coatslande — oder gehört es zu Westantarktika — dann suchen wir seine Fortsetzung im Grahamlande. Wir können uns diese beiden Möglichkeiten an der Hand von Kärtchen veranschaulichen, die Mawson[1] vor seiner Ausreise entwarf, indem wir sie entsprechend den Entdeckungen Filchners und Amundsens verändern. Beide Möglichkeiten sind gleich denkbar, und zwischen ihnen und anderen Möglichkeiten[2] kann lediglich auf Grund von Untersuchungen entschieden werden.

Solche neue Untersuchungen stehen bevor. Einer der Begleiter Filchners, Dr. König, plant eine Österreichische Antarktische Expedition, welche die Arbeit dort aufgreifen soll, wo sie von der deutschen Expedition abgebrochen werden mußte. Dr. König will vom Südende der Weddellsee aus Vorstöße in das Innere von Antarktika machen, um die Beziehungen zwischen Ost- und Westantarktika aufzuhellen. Ein Vorstoß soll dem Abfall des Prinz-Regent-Luitpold-Landes nach Süden folgen, in der Richtung auf die Königin-Maud-Berge; ein zweiter soll sich nach Westen gegen Grahamland richten; ein dritter ins Prinz-Regent-Luitpold-Land eindringen. Dr. König hat das Schiff der Deutschen Antarktischen Expedition bereits angekauft und einen

[1] The Australasian Antarctic Expedition. Geographical Journal XXXII, 1911, S. 609.

[2] Eine solche deutet Bruck durch ein Kärtchen an, in welchem er von den Kronprinz-Olaf-Bergen Ketten nach Kap Adare, Enderbyland, Coatsland, Südgrönland und Grahamland ausstrahlen läßt. (Über die Forsetzung des antarktischen Festlandes usw.)

Stab von Mitarbeitern gewonnen. Er gedenkt im Sommer dieses Jahres nach dem Süden aufzubrechen. Eine weitere antarktische Expedition plant Sir Ernest Shackleton. Auch er gedenkt die Weddellsee als Basis seiner Untersuchungen zu wählen, und als Ziel schwebt auch ihm, wie er mir am 9. Januar schrieb, die Erreichung des Königin-Maud-Gebirges vor, eventuell ein Durchstoß durch Antarktika.

Es darf uns in Deutschland mit lebhafter Freude erfüllen, daß beide Expeditionen von der Weddellsee ausgehen wollen, deren Benutzbarkeit als Operationsbasis für Vorstöße in das Innere von Antarktika die Deutsche Antarktische Expedition erwiesen hat. Es existieren in der Tat Gründe, zu glauben, daß man in der Weddellsee ziemlich regelmäßig weit nach Süden vordringen kann, weil Wind und Strömungen ein Schiff, das sich an der Ostseite hält, nach dem Süden bringen, auch dann, wenn es zeitweilig vom Eise umklammert sein sollte. Das ist die einfache Folge des tiefen Minimums, das über der Weddellsee gerade durch die deutsche Expedition festgestellt worden ist. Es ist ferner wahrscheinlich, daß man im Süden der Weddellsee immer ein Stück eisfreien Meeres antreffen wird, da die Winde hier ablandig sind und das Eis von der Küste wegtreiben. Man kann also in der Weddellsee mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit darauf rechnen, ähnliche Südbreiten zu erreichen wie in der Roßsee, und von diesen hohen Südbreiten sind weitere Vorstöße in das Innere nach der von Amundsen zu hoher Vollendung gebrachten Technik des antarktischen Reisens verhältnismäßig leicht durchführbar.

Für Lösung der zahlreichen offenen Fragen, welche die gegenseitigen Beziehungen zwischen Ost- und Westantarktika heute noch bergen, wäre es allerdings vorteilhafter, wenn nicht zwei Expeditionen gleichzeitig von derselben Seite in Antarktika eindringen wollten, sondern wenn die eine von der Weddellsee, die andere von der bewährten Basis in der Roßsee ausgehen wollte, und die eine die Beziehungen des Königin-Maud-Gebirges zu Coatsland und Grahamland, die andere die Beziehungen des Königin-Maud-Gebirges zu König-Eduard-VII.-Land, zum Amundsenlande, zu den Kronprinz-Olaf-Bergen und zum Südviktorialande untersuchen wollte. Das würde geschehen durch eine Expedition, die die Ostgrenze des Eises der Roßbarriere feststellte, so wie die Expeditionen von Scott und Shackleton die Westgrenze festlegten. Für ein solches Unternehmen bietet die Walfischbucht an der Roßbarriere einen sicheren Hafen, von dem aus, was nicht minder wichtig erscheint, auch der weitere Küstenverlauf von König-Eduard-VII.-Land nach Osten hin verfolgt werden könnte. Nun kennt König bereits die Weddellsee und Shackleton die Roßsee: wäre es nicht das beste, wenn

jeder von dem Gebiete, mit dem er vertraut ist, ausginge und die große Aufgabe von verschiedenen Seiten angepackt würde?

Während Amundsen in kühnem Zuge den Südpol eroberte, strebte ihm Scott auf der anderen Seite der Roßsee zu, und er hat ihn gleichfalls erreicht. Aber bei der Rückkehr erlag er mit seinen Gefährten den Gefahren Antarktikas. Dem von Shackleton zuerst eingeschlagenen Weg folgend, konnte Scott keine neuen geographischen Entdeckungen von grundlegender Bedeutung machen. Gleichwohl dürfte auch eine zweite Expedition vieles zur Erweiterung unserer Kenntnis des Polargebietes beitragen; denn während er mit wenigen Begleitern zum Pole vorstieß, widmeten sich die anderen Mitglieder der Expedition der näheren Erforschung des Abfalles von Südviktorialand gegen die Roßsee. Das kürzlich erschienene Reisewerk läßt erkennen, daß namentlich viel Geologisches gearbeitet wurde. Mit Spannung sehen wir den erzielten Ergebnissen entgegen und gewärtigen namentlich, daß auf Grund der gemachten Funde von Fossilien das Alter des Beaconsandsteins näher bestimmt werden kann[1].

Mittlerweile hat Douglas Mawson eine Aufgabe aufgegriffen, welche seit 1840 geruht hat, nämlich die Erforschung von Wilkesland. Ohne auf gerade sehr große Schwierigkeiten zu stoßen, hat die von ihm geleitete australasiatische antarktische Expedition im Januar 1912 die Küste von Adélieland erreicht und hier in der Commonwealthbucht eine Station angelegt; hierauf fuhr die Aurora an der Küste von Wilkesland westwärts entlang, sichtete das gleichfalls von Dumont d'Urville entdeckte Clarieland, nicht aber das von der Wilkes-Expedition gesehene Totten's High Land und steuerte dann gegen Knoxland, um hier eine zweite Station zu errichten. Aber der Packeisgürtel konnte hier nicht durchbrochen werden; die Aurora fuhr dann weiter gegen Westen um eine Eisbarriere herum, die sich etwa an Stelle des von Wilkes angegebenen Terminationslandes teilweise auf seichtem Wasser erstreckt, und bog dann gegen Süden, wo angesichts der östlichen Fortsetzung von Kaiser-Wilhelm-II.-Land auf einer Eisbarriere die zweite Station Fuß faßte[2]. Von beiden Stationen aus sind ausgedehnte Schlittenreisen unternommen worden, durch die der Küstenverlauf von Antarktika auf 1000 km Entfernung festgelegt worden ist. Darüber liegen allerdings nur ganz kurze Mitteilungen[3],

[1] Vgl. Kapitän Scott, Letzte Fahrt. Leipzig 1913, II, S. 213. Die Abbildung der Wildberge (ebenda I, S. 289) gibt eine vortreffliche Vorstellung vom Tafelcharakter des Südpolarplateaus.

[2] The Australasian Antarctic Expedition. Geographical Journal XXXIX, 1912, S. 482.

[3] Dr. Mawsons Antarctic Expedition. Ebenda XLII, 1913, S. 82.

und zwar nicht einmal aus erster Hand, und eine vorläufige Karte[1] vor. Dies wenige aber läßt auf Entdeckungen von großer Tragweite schließen. An der Commonwealthbai streichen kristallinische Schiefer und Gneise aus. An einem benachbarten Kliff sieht man unten horizontal geschichteten Sandstein mit schwarzen kohligen Schiefern, höher ein blauschwarzes Gestein von »metallischem Typus (vielleicht alte Lava)«. Hiernach hat Wilkesland denselben geologischen Bau wie Südviktorialand und ist ein Massiv mit horizontalen Deckschichten. Das Land südlich der zweiten Station besteht, wie man nach den Ergebnissen der Deutschen Südpolarexpedition mutmaßen konnte, aus sehr alten kristallinen Gesteinen. Es erhebt sich bis zu 1200 m und ist fast ganz vom Eis begraben. Eine Schlittenexpedition hat den Gaußberg erreicht; er erscheint nunmehr als westlicher Endpunkt einer 510 km weit verfolgten Küstenstrecke, deren östliches Ende den Namen Queen-Mary-Land erhalten hat. Damit wird Wilkesland, das die Amerikaner zum Terminationslande reichen ließen, bis an den Gaußberg gerückt und seine nachgewiesene Ausdehnung gegen den Indischen Ozean hin auf 2600 km gebracht.

Weiter gegen Westen hin ist unsere Kenntnis vom Umrisse Antarktikas auf der fast 3600 km langen Strecke bis Coatsland hin seit 1831, als Biscoe das Enderbyland entdeckte, und seit 1833, als Kemp östlich davon ein nach ihm benanntes Land sichtete, nicht vermehrt worden. Namentlich ist noch offengeblieben, wie weit sich zwischen dem Westende von Wilkesland und dem Kemp-Enderby-Lande das Meer weit nach Süden ausbuchtet, wie Neumayer behauptet. Es kann nicht gesagt werden, wie von Mecking geschehen[2], daß diese Frage durch die deutsche Südpolarexpedition zuungunsten G. Neumayers entschieden worden sei; denn von Drygalski hat Land lediglich in der Nähe einer Stelle gefunden, wo man es seit Wilkes annahm. Daß sich die Küste weiter im Westen nach Süden zurückbiegt, ist nach dem Vorstoße des Challenger über den Polarkreis hinaus sicher. Tiefen von 3058 m, wie sie der Challenger hier lotete, traf E. von Drygalski erst 250 km nördlich vom Kaiser-Wilhelm-II.-Land. Es muß sich daher zwischen dem Gaußberge und dem Kemp-Enderby-Lande eine Bucht erstrecken, für deren Größe wir nach wie vor keinerlei Anhaltspunkte haben. Über den geologischen Bau von Kempland und Enderbyland wissen wir nichts. Chun dredschte auf der deutschen Tiefseeexpedition in nur 200 km Entfernung aus großen Meeres-

[1] Preliminary Chart showing the Deep-Sea Soundings taken on board of the Aurora. Ebenda S. 420.

[2] Der heutige Stand der Geographie der Antarktis. Geogr. Zeitschr. XIV, 1909, S. 427 (440).

tiefen Geschiebe von granitischem Gestein und Gneis, nebst anschließenden kristallinen Schiefern, sowie von sedimentärem Sandstein und Tonschiefer, endlich spärliche Vertreter von Effusivgesteinen[1]. Eine ähnliche Gesellschaft dredschte der Challenger[2] bei seinem für die Auffassung der Kontinentalnatur von Antarktika so maßgebend gewordenem Vorstoß über den südlichen Polarkreis hinaus. Die Scotia endlich[3] brachte aus den Tiefen des südlichen Atlantik und der Weddellsee zwar am häufigsten Geschiebe jungvulkanischer Gesteine, daneben aber auch solche von Hornblendgneis, Chloritschiefer, Glimmerschiefer, Phyllit, granitführendem Quarzit, von Gabbro, Diorit, Quarzporphyr und Granit, ferner von Sandstein, Kalkstein, Schiefer und Grauwacke. Diese Gesellschaft wirft Licht auf die Zusammensetzung der Gebiete zwischen Enderbyland und Coatsland, wo sich, wie Bruce kürzlich gezeigt hat, Land wahrscheinlich wenig südlich von dem von Biscoe befolgten Kurse findet. Wir haben es in der Regel mit Gesteinen aus den tieferen Horizonten der kristallinen Schiefer zu tun und seltenem Sandstein. Das entspricht der Annahme, daß südlich vom Atlantischen und Indischen Ozean ein stark abgetragenes Massiv von kristallinen Schiefern mit Sandsteindecke vorliegt.

Blieb die weite Strecke zwischen dem Gaußberge und dem Coatsland von neuesten Forschungen unberührt, so haben solche an der Westküste von Grahamland nicht minder erfolgreich eingesetzt, als an dessen Ostküste. Eine belgische und zwei französische Expeditionen arbeiteten hier und verfolgten die Westküste von Antarktika über das von von Bellingshausen entdeckte Alexander-I.-Land hinaus bis zum Charcotlande unter 70° S. An der tiefzerschnittenen, hohen, bis 2869 m hochansteigenden Küste fanden beide vorwiegend Massengesteine, deren Familienähnlichkeit Gourdon[4] ganz besonders betont. Die Westküste von Antarktika bildet eine eigene petrographische Provinz von andinem Charakter, ein neuer Beweis für die Zusammengehörigkeit von Patagonien und Westantarktika. Zahlreiche Dredschzüge auf 70° S bis 123½° W lieferten verwandte Gesteine und lassen mutmaßen, daß südlich dieser Linie auch weiter gegen Westen hin andine Gesteine herrschen. Daß hier Land vorhanden ist, erweisen

[1] Zirkel und Reinisch, Untersuchung des vor Enderbyland gedredschten Gesteinsmaterials. Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefseeexpedition X, 1905.

[2] Murray and Renard, Deep Sea Deposits. Report on the Scientific Results of the Voyage of Challenger. S. 164.

[3] Harvey Pirie, Deep Sea Deposits of the South Atlantic Ocean and Weddell Sea. Scottish Geographical Magazine XXI, 1905, S. 413.

[4] Note sur les régions explorées dans l'Antarctique par les deux missions Charcot. Congrès géologique international. Compte rendu XI[e] session Stockholm 1910. Stockholm 1912, S. 813.

die Lotungen. Bis gegen 100° W bewegte sich die Belgica unter de Gerlache in einem bizarren Zickzackkurse im Mittel über einem Kontinentalschelfe[1], und auch der »Pourquoi Pas« Charcots traf etwas weiter nördlich bis gegen die von ihm wiedergefundene Peter-I.-Insel einen Schelf[2]. Weiter gegen Westen aber stellte sich ein tieferes Wasser ein. Es wurden Tiefen von über 4000 m gelotet. Wir gewärtigen daher, daß die antarktische Küste östlich jener Insel ansehnlich nach Süden zurückspringt. Aber unweit der Stelle, an welcher Charcot umkehrte, lotete er unter 70° S und 116° W nur 1040 m. Er war hier noch rund 1200 km von Coatsland entfernt.

Die großen Expeditionen zu Beginn des 20. Jahrhunderts haben uns keine ansehnliche Erweiterung unserer Kenntnis von antarktischen Küsten geboten. Durch die Entdeckungsreisen der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts waren antarktische Küstenstrecken auf 110 Längengrade im Umkreise des Poles gefunden, heute erstrecken sie sich erst auf 175 Grad, selbst dann, wenn wir die Lücken zwischen den einzelnen betretenen oder auch nur gesichteten Nachbarküsten nicht weiter würdigen. Wir kennen also den Umfang von Antarktika noch nicht zur Hälfte. Allerdings haben uns neuere Expeditionen, insbesondere die Fahrt der »Belgica« und des »Pourquoi Pas« durch den Nachweis geringer Meerestiefen vergewissert, daß das antarktische Gestade nicht weit von ihrem Kurse liegen kann, und mit Recht hat Bruce kürzlich darauf hingewiesen, daß man aus den von Biscoe während seiner Fahrt westlich vom Enderbylande häufig beobachteten Vögeln auch auf Landnähe schließen kann. Dadurch engen sich die gänzlich unbekannten Küsten Antarktikas auf drei Achtel seines Umfanges ein, nämlich auf die Strecke zwischen Gaußberg und Kemp-Enderby-Land, auf weite Strecken zwischen letzterem und dem Coatslande sowie östlich von Eduard-VII.-Land. Der Verlauf der Australasiatischen Antarktischen Expedition, die Sicherheit, mit welcher die Aurora das antarktische Gestade an bestimmten Stellen zu wiederholten Malen zu erreichen vermochte, erfüllt uns mit der Zuversicht, daß auch in dem Arbeitsfelde, das für die deutsche Südpolarexpedition in Aussicht genommen war, nämlich westlich des Wilkeslandes, die antarktischen Gestade unschwer erreicht werden können, falls man rechtzeitig aufbricht. Es dürfte das beste sein, hier »nach der englischen Art des Vorgehen«[3]

---

[1] L'expédition antarctique belge. Bull. Soc. R. belge. de géographie XXIV, 1900, S. 1. The Belgian Antarctic Expedition. Brussels 1904.

[2] Charcot, L'expédition antarctique française 1908—1910. La Géographie XXIII, 1911, S. 5. — Institut de France, Académie des Sciences. Rapports préliminaires sur les travaux exécutés dans l'Antarctique.

[3] Chun, Die Erforschung der Antarktis, Leipziger Rektoratsrede 1907, S. 17.

an der Küste oder nahe derselben feste Stationen anzulegen, und von diesen aus den Küstenverlauf durch Schlittenexpeditionen festzustellen. Aber es wird auch von großem Nutzen sein, Vorstöße gegen Süden hin zu machen, um den Anstieg des Binneneises kennen zu lernen. Schwieriger scheinen die Dinge östlich von König-Eduard-VII.-Land zu liegen. Hier wird es am rätlichsten sein, vom Bekannten auszugehen und durch Schlittenexpeditionen von Eduard-VII.-Land den Küstenverlauf weiter gegen Osten hin festzustellen.

Bei der großen Unsicherheit der Grenzen von Antarktika müssen unsere Vorstellungen von der Größe dieses Kontinentes naturgemäß ziemlich unsichere sein. Nehmen wir alle Erfahrungen zusammen über den beobachteten, mutmaßlichen oder zu erratenden Küstenverlauf, so kommen wir auf 13½ Millionen Quadratkilometer. Dieser Wert dürfte zu groß sein, dann, wenn sich, wie es G. Neumayer immer vertreten hat, eine größere Ausbuchtung des Meeres zwischen Wilkes-Land und Kemp-Enderby-Land drängen sollte, oder wenn im Osten der Roßsee eine zweite ähnliche Ausbuchtung vorhanden sein sollte. Unsere Zahl wird zu klein sein, wenn zwischen Coatsland und Eduard-VII.-Land die Küste im Mittel nördlicher als 73° S. zwischen Kaiser-Wilhelm-II.-Land und Coatsland im Durchschnitt nördlich von 70° zu suchen sein dürfte. Daß unser Wert kleiner ist als derjenige, welchen Bruce[1] berechnet hat, und welcher aus den Zusammenstellungen Krümmels[2] erhellt (14,2 Millionen Quadratkilometer), dürfte seine Ursache im wesentlichen darin haben, daß durch die Deutsche Antarktische Expedition die Weddellsee so erheblich größer erscheint, als früher angenommen worden ist.

[1] The Area of the Unknown Antarctic Regions. Scottish Geographical Magazine XXII, 1906, S. 273.

[2] Handbuch der Ozeanographie. 2. Aufl., 1907, I, S. 13.

Über eine von der elektromagnetischen Theorie geforderte Einwirkung des magnetischen Feldes auf die von Wasserstoffkanalstrahlen ausgesandten Spektrallinien.

Von W. Wien
in Würzburg.

Bekanntlich haben die Versuche einer Begründung der Quantentheorie auch an die Möglichkeit denken lassen, daß die Maxwellschen Gleichungen für die Atome, also auch für die Vorgänge bei der Ausstrahlung des Lichts, nicht mehr gültig seien.

Nun hat allerdings eine der Grundgleichungen der elektromagnetischen Theorie, nämlich die Gleichung der auf die elektrischen Ladungen wirkenden Kraft f

$$f = \mathfrak{E} + \frac{1}{c}[\mathfrak{v}\mathfrak{H}], \quad (1.)$$

wo $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{H}$ den elektrischen und magnetischen Vektor, $\mathfrak{v}$ die Geschwindigkeit bezeichnen, in dem Zeemanschen Phänomen ihre Bestätigung gefunden, soweit es sich um die ganz einfachen Fälle handelt, die der ursprünglichen Lorentzschen Theorie folgen. Da aber bei vielen Zeemanschen Aufspaltungen der Spektrallinien Verwicklungen eintreten, die durch Zusatzannahmen erklärt werden müssen, so ist nicht ohne weiteres ersichtlich, inwieweit in diesen Fällen noch von einer direkten Bestätigung der Gleichung (1.) durch die Erfahrung gesprochen werden kann. Anderseits ist aber diese Gleichung mit der Maxwellschen Theorie aufs engste verbunden.

Einstein[1] hat sie aus den Maxwellschen Gleichungen mit Hilfe des Relativitätsprinzips abgeleitet, so daß eine Nichtbestätigung der Gleichung (1.) mit einem Widerspruch gegen die Maxwellsche Theorie gleichbedeutend sein würde.

[1] A. Einstein, Ann. d. Phys. 17, S. 909, 1905.

Es schien mir daher nicht ohne Interesse zu sein, daß die wichtige Entdeckung des Hrn. J. STARK[1], welche zeigt, daß in elektrischen Feldern manche Spektrallinien aufgespalten werden, uns die Möglichkeit bietet, die Gültigkeit der Gleichung (1.) in anderer Weise zu prüfen. Da es nämlich kaum zweifelhaft sein kann, daß die elektrische Einwirkung auf die Spektrallinien von der Kraft f auf die elektrischen Ladungen im Atom herrührt, so muß dieselbe Wirkung nach Gleichung (1.) auftreten, wenn ich den elektrischen Vektor $\mathfrak{E}$ durch $\frac{1}{c}[\mathfrak{v}\mathfrak{H}]$ ersetze. Wenn es also möglich ist $\frac{1}{c}[\mathfrak{v}\mathfrak{H}]$ ebenso groß zu machen, wie $\mathfrak{E}$ bei den Versuchen des Hrn. STARK war, so muß dieselbe Einwirkung auf die Spektrallinien beobachtet werden.

Die Möglichkeit hierzu ist uns nun tatsächlich bei den Kanalstrahlen des Wasserstoffs geboten. Messen wir auch $\mathfrak{E}$ in elektromagnetischen Einheiten, so können wir (1.) schreiben

$$f = \frac{1}{c}(\mathfrak{E}_m + [\mathfrak{v}\mathfrak{H}])\,.$$

Nehmen wir $\mathfrak{E}_m = 10000\,\frac{\text{Volt}}{\text{cm}}$, so ist

$$\mathfrak{E}_m = 10^4 \cdot 10^8 \text{ C.G.S.}$$

In einem magnetischen Felde von 10000 C.G.S. brauchen wir also eine Geschwindigkeit von $10^8\,\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$, damit $[\mathfrak{v}\mathfrak{H}]$ gleich $\mathfrak{E}$ wird.

Das sind nun gerade die Geschwindigkeiten, die wir in den Wasserstoffkanalstrahlen erzeugen können. Wir müssen also erwarten, daß ein kräftiges Magnetfeld auf die von Wasserstoffkanalstrahlen ausgesandten Spektrallinien eine analoge Wirkung ausübt wie ein elektrisches Feld. Die magnetischen Kräfte rufen allerdings ebenso wie die elektrischen eine Ablenkung der Kanalstrahlen hervor, die in beiden Fällen nicht von derselben Art ist, weil im zweiten Falle die Energie geändert wird, im ersten nicht. Indessen können diese Ablenkungen hier nicht in Betracht kommen. Wenn, wie ich es für wahrscheinlich halte, die Atome, während sie leuchten, ungeladen sind, so tritt im Moment des Leuchtens keine Ablenkung ein und die Einwirkung des Feldes kann nur darin bestehen, daß die Elektronen relativ zu der positiven Ladung in entgegengesetzter Richtung gezogen werden. Aber selbst wenn die Atome beim Leuchten geladen sein sollten, würde die Ablenkung zwar eine Änderung der Richtung der Kanalstrahlen im Moment des Leuchtens hervorrufen, aber die Kraft, die auf die Elektronen

[1] J. STARK, Berl. Ber. 20. November 1913.

im Atom wirkt, ist immer dieselbe, da v sich nicht ändert. Natürlich addiert sich zu dieser Kraft noch der gewöhnliche Zeeman-Effekt, der aber von anderer Größenordnung ist und daher in erster Näherung vernachlässigt werden kann. Allerdings könnte er bei langsamen Kanalstrahlen sich über die zu erwartende Wirkung überlagern.

So einfach die Überlegung ist, so stehen doch der experimentellen Prüfung große Schwierigkeiten entgegen. In den in einer Entladungsröhre erzeugten Kanalstrahlen haben wir es stets mit Atomen von verschiedenen Geschwindigkeiten zu tun. Die von dem Magnetfeld ausgeübte Kraft ist daher nicht für alle positiven Strahlen gleich. Die durch das magnetische Feld hervorgerufene Aufspaltung der Spektrallinien wird daher für die verschiedenen Geschwindigkeiten verschieden sein. Wir werden daher keine scharfen Linien zu erwarten haben, sondern, der Breite des Dopplerstreifens im Spektrum der Kanalstrahlen entsprechend, eine Verbreiterung der Linie. Die von den ruhenden Molekülen ausgesandten Linien dürfen an dieser Verbreiterung nicht teilnehmen. Nach den Beobachtungen von Stark beobachtet man senkrecht zu den elektrischen Kraftlinien zwei äußere Komponenten, die senkrecht zum Feld polarisiert, und drei innere, die ihm parallel polarisiert sind. Die Beobachtung in dieser Richtung bietet daher die besten Aussichten, weil man hier Unterschiede der beiden polarisierten Komponenten zu erwarten hat. Da die Kraft $[\mathfrak{v}\mathfrak{H}]$ senkrecht steht sowohl auf der Richtung der Kanalstrahlen wie auf der der magnetischen Kraft, so kann die transversal zur wirkenden Kraft gerichtete Beobachtung nur parallel den Kanalstrahlen oder parallel den magnetischen Kräften erfolgen. Im ersteren Falle wird die Beobachtung durch die Dopplerverschiebung der Spektrallinie verschleiert, so daß nur die zweite Richtung in Betracht kommen kann.

Es wurde daher ein Elektromagnet der alten Ruhmkorffschen Konstruktion benutzt und eine Glasröhre von 6 mm Durchmesser zwischen beide Pole gebracht, von denen der eine eine Durchbohrung von 5 mm hatte. Das Innere dieser Durchbohrung war zur Vermeidung störender Lichtreflexe berußt. In die Glasröhre traten die Kanalstrahlen aus einer gewöhnlichen Kanalstrahlenröhre ein, die in der von mir früher benutzten Weise gegen die Magnetkräfte geschützt war. Zwischen den Polen herrschte ein Feld von ungefähr 17000 Gauß. Das Licht der Kanalstrahlen ging erst durch einen Spalt, dann durch die Durchbohrung des Magneten, fiel dann auf eine Kalkspatplatte, um wie bei Hrn. Stark in zwei polarisierte Komponenten zerlegt zu werden, dann auf eine Kondensorlinse, die zwei reelle Bilder des horizontalen Spalts auf den Spalt des Spektrographen warf. Die Anordnung hat den Vorteil, daß das von den Kanalstrahlen ausgesandte Strahlenbündel eine kleine Öffnung hat,

da die Entfernung der Röhre von der Kondensorlinse 66 cm betrug, die Kondensorlinse aber nur 2.5 cm Durchmesser hatte. So war nicht zu befürchten, daß die Dopplerverschiebung der Spektrallinien irgendeinen störenden Einfluß ausüben konnte.

Der Spektrograph hat durch die mehrfachen Reflexionen an den Prismen selbst stark polarisierende Eigenschaften, durch welche die senkrecht zur Kraft [$\mathfrak{H}\mathfrak{v}$] polarisierten Lichtstrahlen geschwächt wurden. Daher waren die Spektralbilder, die den äußern von Stark gefundenen Komponenten entsprechen, stärker geschwächt. Dieser Umstand hatte den Vorteil, daß man sicher sein konnte, daß die stärkere Verbreiterung dieser Komponenten nicht durch photographische Wirkung hervorgerufen sein konnte.

Die Kanalstrahlen wurden durch eine zwanzigplattige Influenzmaschine erzeugt.

Die Geschwindigkeit v wurde durch die Dopplerverschiebung bestimmt, und zwar wurden unter genau denselben Bedingungen sowohl die Aufnahmen der Dopplerverschiebung wie die im magnetischen Felde vorgenommen. Auch die Expositionszeiten wurden so gleich wie möglich gewählt.

Die vorhandenen Hilfsmittel reichten aus, um das Vorhandensein der von der Theorie verlangten Wirkung unzweifelhaft festzustellen und zu zeigen, daß auch die Größenordnung die erwartete ist. Doch war sowohl das magnetische Feld als auch die Dispersion des Steinheilschen Spektrographen zu klein, um genauere Messungen auszuführen. Nach Beschaffung besserer Hilfsmittel sollen deshalb die Versuche genauer ausgeführt werden.

Die beobachteten Verbreiterungen zeigten sich tatsächlich so groß, wie die Theorie sie voraussehen ließ; immer waren die senkrecht zur Kraft [$\mathfrak{v}\mathfrak{H}$] polarisierten Komponenten wesentlich stärker verbreitert.

Tabelle I.

H_γ

Spannung Volt	Grenzgeschwindigkeit	v. H.	Linienbreite: Äußere Komponente berechnet	Äußere Komponente beobachtet	Innere Komponente berechnet	Innere Komponente beobachtet
5000	$6.5 \cdot 10^7$	$11000 \cdot 10^8$	4.4 Å.	3.9 Å.	3.2 Å.	2.8 Å.
5000	6.5	11000	4.4	5.0	—	—
8200	5.2	8800	3.5	4.2	2.6	2.3
8200	6.6	11200	4.5	4.8	3.3	3.7
14500	7.7	13100	5.2	6.2	3.8	4.8
			H_β			
5000	6.8	11600	3.2	4.3		
8200	6.4	10900	3.0	4.2		
14500	7.7	13100	3.6	4.8		

Es gelang sogar, bei niedriger Spannung, bei der die Emission nichtbewegter Teilchen in den Kanalstrahlen sehr schwach ist, eine Aufspaltung von H_γ zu erhalten.

Die Messungen wurden zur Vergleichung mit der Theorie so ausgeführt, daß die Gesamtbreite der Linien gemessen wurde. Nun ist diese hauptsächlich von den größten Geschwindigkeiten abhängig, die in den Kanalstrahlen vorkommen. Da das Leuchten mit zunehmender Geschwindigkeit schließlich schnell kleiner wird, so ist die Grenze nicht scharf definiert, sondern hängt von den Intensitätsverhältnissen und der Expositionsdauer ab. Um hier vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde für jede gemessene Verbreiterung die größte Geschwindigkeit am Dopplerstreifen beobachtet bei gleicher Maximalschwärzung und nahe gleicher Expositionsdauer. Natürlich waren auch die übrigen Bedingungen beider Aufnahmen soweit wie möglich gleich gehalten.

Die ausgeführten Messungen sind in Tabelle I enthalten.

Die erste Reihe gibt die Entladungsspannung, die zweite die am Dopplerstreifen unter den besprochenen Bedingungen gemessene Maximalgeschwindigkeit, die dritte die Größe vH. Aus dieser Größe ist die Linienverbreiterung berechnet, indem $\frac{vH}{13000 \cdot 10^8} \cdot 5.2$ Å. für die äußeren Komponenten von H_γ, $\frac{vH}{13000 \cdot 10^8} \cdot 3.6$ Å. für die von H_δ, $\frac{vH}{13000 \cdot 10^8} \cdot 3.8$ Å. für die inneren Komponenten von H_γ nach den Angaben des Hrn. Stark berechnet wurde.

In den vier letzten Reihen von Tabelle I sind die so berechneten Werte mit den tatsächlich beobachteten zusammengestellt. Es geht aus diesen Zahlen hervor, daß die berechnete Größenordnung jedenfalls mit der beobachteten übereinstimmt.

Wenn, was ich vorläufig noch nicht behaupten möchte, die magnetische Wirkung wirklich mit der elektrischen übereinstimmt, so würde das Vertrauen in die Gültigkeit der elektromagnetischen Gesetze auch für den Vorgang der Lichtemission sehr gestärkt werden. Da diese Gültigkeit schon vielfach angezweifelt wurde, so schien mir die tatsächliche Beobachtung einer von der elektromagnetischen Theorie vorausgesehenen Wirkung nicht ohne Interesse zu sein.

Da auf der Sonne starke magnetische Felder nachgewiesen sind, so ist es möglich, daß die erörterte Wirkung auf Spektrallinien Schlüsse auf die vorhandenen Geschwindigkeiten zu ziehen erlaubt.

Ausgegeben am 29. Januar.

1914.
V.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. de Groot las über die Anlässe der Feldzüge des Tschingkiskan nach Mittel- und Westasien.

Es wurde auf Grund chinesischer Texte nachgewiesen, dass bereits im Jahre 1123 oder 1124 der Jaluttaschik, ein Prinz des kitanschen Hauses, an der Spitze einer Kriegsmacht aus der südlichen Mandschurei nach Westen zog und in Centralasien das Reich Karakitai stiftete; ferner, dass Tschingkiskan mit diesem Reiche in Krieg gerieth und, nachdem er einen glänzenden Sieg errungen hatte, zur Eroberung desselben nach Westen zog. Demzufolge dehnte sich seine Herrschaft bis an das kaspische Meeresgebiet aus.

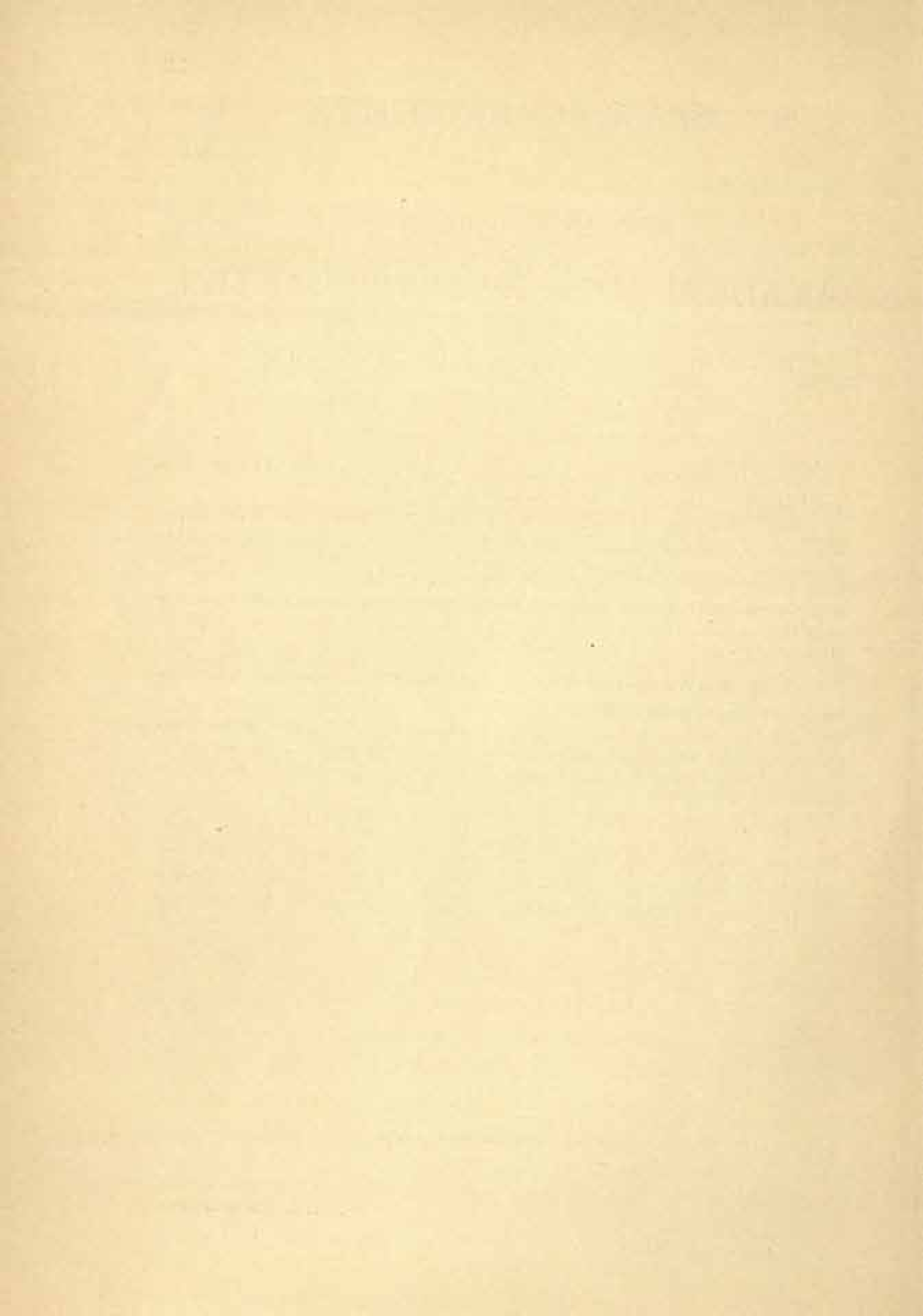
2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff legte vor: Neues von Kallimachos. II. (Ersch. später.)

Zwei Stückchen aus demselben Papyrusbuche, zu dem die 1912 publicirten Fragmente der Lieder und das Florentiner Fragment der Hekale gehören, sind vor einem Jahre in den Besitz der Kgl. Museen gelangt. Sie gehören den Aitia an, das längere stammt aus der Geschichte von Herakles und Theiodamas.

3. Hr. Erman berichtete über eine Zuwendung, die das Aegyptische Museum erhalten hat. Hr. Eduard Naville in Genf hat diesem die sämmtlichen Abklatsche der von ihm seiner Zeit bei der Ausgrabung des Tempels von Bubastis gefundenen wichtigen Inschriften übergeben.

Ausgegeben am 29. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1914.
VI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

29. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König FRIEDRICH's II.

Vorsitzender Secretar: Hr. WALDEYER.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung mit folgender Ansprache:

Genau vor elf Jahren, am 29. Januar 1903, fand die letzte FRIEDRICHS-Sitzung unserer Akademie in den Räumen statt, die ihr FRIEDRICH DER GROSSE, ihr Schirmherr und Mitglied, überwiesen hatte. Unser seither hochbetagt aus dem Leben geschiedene Sekretar JOHANNES VAHLEN leitete diese denkwürdige Sitzung, die von WILLIAM PAPE in einem großen Gemälde festgehalten worden ist. Wir geben uns der Hoffnung hin, daß dieses historisch wichtige Bildnis, in welchem die schlichte Ausstattung, in der unsere Festsitzungen seit FRIEDRICHS DES GROSSEN Zeiten bis auf den genannten Tag eingekleidet wurden, dargestellt ist, später unsern neuen Festsaal schmücken werde.

Mir fiel es zu, fast genau vor einem Dezennium, am 28. Januar 1904, die erste FRIEDRICHS-Sitzung in diesem Saale zu leiten und der Gang der Zeiten hat es gefügt, daß mir auch heute, bei der letzten FRIEDRICHS-Sitzung, die wir in diesem Hause abhalten, der Vorsitz zufällt.

Dieser Ehrenplatz gibt mir die von Herzen gern übernommene Pflicht zuerst des Geburtsfestes unseres jetzigen Schirmherrn, unseres vielgeliebten Kaisers und Königs WILHELMS II. zu gedenken, welches wir seit dem Regierungsantritte Sr. Majestät mit dem Gedächtnistage FRIEDRICHS II. zusammen feiern. Kaum ein preußischer Monarch hat sich seit FRIEDRICH DEM GROSSEN so sehr als Protektor unserer Akademie erwiesen, wie König WILHELM II., und insbesondere der heutige Tag, an welchem die letzte Festsitzung in diesem Aushilfsheim stattfindet, gibt uns vollste Veranlassung zu tiefempfundenem Danke und Glück- und Segenswünschen. Wenige Wochen nur trennen uns von dem Tage, an welchem wir diese Stätte verlassen, um in unser neues

Heim einzuziehen, welches unseres Schirmherrn Huld und Gnade in vornehmer Pracht und trefflicher Ausstattung an derselben Stelle errichten ließ, die uns einst Friedrich II. zugewiesen hatte. Wir dürfen zuversichtlich hoffen, daß noch nach Jahrhunderten die preußischen Akademiker in den neuen Räumen tagen und das Andenken Wilhelms II. segnen werden, der ihnen diese Arbeitsstätte bereitete zum ehrenden Gedächtnis seines Ahnherrn Friedrichs II.!

Wir mögen aber nicht von diesen Räumen scheiden, ohne unsern Dank auch dem vorgeordneten Ministerium zu zollen, welches uns, während dort Unter den Linden unser neues Haus entstand, hier eine gute Unterkunft verschaffte. Eng zwar war unser Festsaal, den man nur mit einem entschlossenen Euphemismus so bezeichnen kann, wie alle hier Erschienenen selbst erproben werden. Aber das hat doch auch sein Gutes gehabt, indem wir dadurch veranlaßt wurden, auf tunlichste Kürzung unserer Festakte bedacht zu sein; auch auf meine heutige Ansprache soll diese Erwägung ihre Wirkung erkennen lassen.

Abgesehen von der Einschränkung durch den Mangel an Raum, konnten wir uns jedoch in unserm Zwischenheim wohl fühlen; unsere eigentlichen Geschäftsräume waren sogar besser als die früheren Unter den Linden. Und so danken wir denn heute aufrichtig unserer vorgesetzten Behörde, aber nicht nur im Hinblick auf das, was wir verlassen, sondern vor allem in der Aussicht auf unser neues Dauerheim, denn wir wissen, daß unser Ministerium mit besonderer Sorge sich um die schöne und zweckentsprechende Ausgestaltung der neu für uns bereiteten Arbeitstätte bemüht hat.

Ich hatte im Jahre 1903 auch die letzte Fest-Sitzung im alten Hause zu leiten, unsere Leibniz-Sitzung am 2. Juli; wenige Wochen darauf mußten wir unsern Umzug hierhin bewerkstelligen. Ich sagte damals am Schlusse meiner Ansprache: »Wieviele von uns, die wir das alte Haus in Bälde verlassen, noch in das neue wieder einziehen werden, das wissen wir nicht«. — Heute wissen wir es. Es ziemt sich wohl, derer pietätvoll zu gedenken, die nicht mehr mit uns ziehen. Genau zwei Todesopfer für jedes der seit der letzten Friedrichs-Sitzung im alten Lindenheim abgelaufenen elf Jahre sind aus der Reihe derer, die mit uns hier einzogen, entfallen.

Vorerst aber geziemt es sich, aus der Reihe unserer verblichenen Ehrenmitglieder eines Mannes zu gedenken, der nicht vergessen werden wird und darf: Friedrich Althoffs, der im Jahre 1908 von uns geschieden ist.

Von ordentlichen Mitgliedern verloren wir durch den Tod:

Ulrich Köhler, Theodor Mommsen, Friedrich von Hefner-Alteneck, Ferdinand von Richthofen, Wilhelm von Bezold, Karl

KLEIN, HERMANN KARL VOGEL, ADOLF KIRCHHOFF, KARL MÖBIUS, EBERHARD SCHRADER, RICHARD PISCHEL, THEODOR WILHELM ENGELMANN, FRIEDRICH KOHLRAUSCH, HANS LANDOLT, ADOLF TOBLER, HEINRICH ZIMMER, JAKOBUS HENDRIKUS VAN'T HOFF, REINHARD KEKULE VON STRADONITZ, WILHELM DILTHEY, JOHANNES VAHLEN, HERMANN MUNK und ERICH SCHMIDT.

Dazu kommen zwei, welche erst hier in die Akademie neu eingetreten waren:

PAUL DRUDE und ROBERT KOCH.

Außer diesen beiden schon wieder von uns Geschiedenen gewannen wir aber einunddreißig neue, in frischer Kraft unter uns wirkende Mitglieder, die HH.:

DIETRICH SCHÄFER, EDUARD MEYER, WILHELM SCHULZE, ALOIS BRANDL, HERMANN STRUVE, HERMANN ZIMMERMANN, ADOLF MARTENS, WALTHER NERNST, MAX RUBNER, JOHANNES ORTH, ALBRECHT PENCK, FRIEDRICH MÜLLER, ANDREAS HEUSLER, HEINRICH RUBENS, THEODOR LIEBISCH, EDUARD SELER, HEINRICH LÜDERS, HEINRICH MORF, HEINRICH WÖLFFLIN, GOTTLIEB HABERLANDT, KUNO MEYER, BRUNO ERDMANN, GUSTAV HELLMANN, EMIL SECKEL, JOHANN JAKOB MARIA DE GROOT, EDUARD NORDEN, KARL SCHWARZSCHILD, KARL SCHUCHHARDT, ERNST BECKMANN, GEORG LOESCHCKE und ALBERT EINSTEIN.

Von diesen 31 hinzugetretenen ordentlichen Mitgliedern ist Hr. WÖLFFLIN, infolge seiner Übersiedelung nach München, zu den Ehrenmitgliedern übergetreten.

Zeigt schon der Umstand, daß eine verhältnismäßig ansehnliche Zahl von Mitgliedern in dem Dezennium unseres Provisoriums unsern früheren Bestand verstärkt hat — es sind deren acht —, die Wichtigkeit der Geschehnisse in der Zeit unseres Zwischenheims an, so ergibt sich auch aus dem Verfolg anderer in dieses Interregnum fallender Ereignisse, daß es einen in der Geschichte der Akademie hochbedeutenden Abschnitt bildet. Gestatten Sie mir eine kurze Aufzählung:

Im Jahre 1906 wurden vier neue Stellen gegründet, je zwei in jeder der beiden Klassen zum Ersatz von Mitgliedern, welche an der Teilnahme bei den akademischen Geschäften dauernd verhindert sind, sowie zur Vertretung noch nicht berücksichtigter Fächer. In demselben Jahre wurden die inzwischen zu ansehnlicher Entwicklung vorgeschrittenen Hirnforschungsinstitute in interakademische Protektion genommen. Im Jahre 1911 wurden drei neue Stellen in der mathemathisch-physikalischen Klasse geschaffen; diese Stellen sind vorzugs-

weise für Leiter von Instituten der Kaiser-Wilhelms-Gesellschaft bestimmt; es ist damit die so sehr wünschenswerte Verbindung dieser Institute mit der Akademie hergestellt; möchte diese Verbindung immer ausgiebiger sich entwickeln! 1913 wurden dann drei Parallelstellen in der philosophisch-historischen Klasse hinzugefügt, die in erster Linie für historische und staatswissenschaftliche Fächer bestimmt sind. So hat die Akademie in dieser Zeit ihr Arbeitsgebiet reichlich ausgedehnt, wie es den Fortschritten der Wissenschaften entsprach.

Weittragende neue wissenschaftliche Unternehmungen sind in Angriff genommen worden. So hat die freilich noch im früheren Heim niedergesetzte »Deutsche Kommission« ihre Wirksamkeit und die immer wachsende Ausdehnung ihrer Unternehmungen erst während unseres Provisoriums entfalten können. Neu begründet wurde die »Orientalische Kommission«. Endlich erhielt die Herausgabe der Werke Leibnizens ihre endgültige Organisation.

Im Jahre 1906 wurde die Leibniz-Medaille für Verdienste um die Förderung der Arbeiten der Akademie und für wissenschaftliche Tätigkeit gestiftet und im abgelaufenen Jahre die Bradley-Medaille für Verdienste um das von der Akademie seit ihrer ersten Gründung mit besonderer Auszeichnung gepflegte Gebiet der Astronomie. Hervorheben möchte ich hier, außer der Verleihung goldener Amtsketten an die Sekretare, die durch die Huld Sr. Majestät des Königs so würdig und eindrucksvoll gestaltete Feier des 200sten Geburtstages Friedrichs des Grossen vor zwei Jahren im Weißen Saale des Königlichen Schlosses; sie wird allen, die daran Teil nehmen konnten, unvergeßlich bleiben.

Abschließend komme ich zu den in der Zeit des Zwischenheims bei der Akademie für wissenschaftliche Zwecke neu begründeten Stiftungen, deren Zahl und Bedeutung nach Mitteln und Zweck eine ungewöhnlich große, in keinem früheren Dezennium erreichte ist. Es sind dies die Theodor-Mommsen-Stiftung, die Paul Riess-Stiftung, die Hermann-Vogel-Stiftung, die Eduard-Hitzig-Stiftung, die Karl-Güttler-Stiftung, die Harnack-Stiftung zur Förderung der kirchen- und religionsgeschichtlichen Studien im Rahmen der römischen Kaiserzeit und die Albert-Samson-Stiftung. Die vier erstgenannten sind noch nicht in Wirksamkeit getreten. Die Karl-Güttler-Stiftung hat sich nachahmenswerterweise ein weites Feld für ihre Wirksamkeit offen gehalten; sie unterstützt wissenschaftliche Reisen zu Natur- und Kunststudien und zu Archivforschungen, ferner die Herausgabe größerer wissenschaftlicher Werke, unedierter Quellen und ähnliches.

Die Aufgabe der Harnack-Stiftung wurde durch Mitteilung ihrer Benennung kundgegeben. Über die letztgenannte und bedeutendste dieser Stiftungen, die Albert-Samson-Stiftung, ist heute an dieser Stelle der erste eingehendere Bericht zu geben.

Der Stifter, Bankherr Albert Samson, dessen von Hrn. Bildhauer Kowalczewski in vortrefflicher Ausführung hergestellte Marmorbüste zur heutigen Feier vollendet ist und in der Mitte der Vorderwand dieses Saales vorläufigen Platz gefunden hat, entstammte der Braunschweiger Familie gleichen Namens. Er vertauschte seinen früheren Wohnsitz Berlin später mit Brüssel, woselbst er, noch bevor seine Stiftung in Wirksamkeit treten konnte, im Jahre 1908 infolge eines Unfalls dem Tode erlegen ist. Albert Samson, obwohl mitten im praktischen Leben stehend und dieses beherrschend, war im Grunde eine ideal angelegte Natur und vor allem wissenschaftlicher Erkenntnis nach jeder Richtung hin ergeben. Am meisten interessierten ihn philosophische, historische und philologische Studien, wie er denn noch im späteren Leben die lateinischen und griechischen Klassiker in der Ursprache gut lesen und verstehen lernte. Aber auch die Naturwissenschaften beschäftigten ihn lebhaft, und dieses Interesse vermittelte seine Bekanntschaft mit mir, da er nach Rücktritt von seiner geschäftlichen Tätigkeit außer andern naturwissenschaftlichen Vorlesungen auch Anatomie hörte. Er faßte den Entschluß, sein Vermögen zu wissenschaftlichen Zwecken dauernd verwendet zu sehen, und vermachte zunächst der Königlich Bayerischen Akademie in München ein Kapital von 500000 Mark und einige Jahre später den Rest seines Vermögens der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Nach Abzug verschiedener Legate für seine Dienerschaft und zu wohltätigen Zwecken sowie der sehr beträchtlichen belgischen Erbschaftssteuer — die deutsche hat für den hier verbliebenen Anteil auf Grund der Testamentsbestimmungen unser vorgeordnetes Ministerium übernommen und uns dadurch die Stiftung gesichert, wofür hier nochmals öffentlich unser ehrerbietigster Dank gesagt sei — sind für die hiesige Albert-Samson-Stiftung rund 900000 Mark verblieben, zu denen nach Erledigung eines Legates noch rund 80000 Mark hinzutreten werden.

Der Testator beehrte mich mit dem Vertrauen, für die Ausführung seines Testamentes zu sorgen. In diesem Amte bin ich sowohl vom Königlichen Kultusministerium, von meinen Stellvertretern, den HH. von Auwers und Hans Virchow, insbesondere aber auch in uneigennützigster und zuvorkommendster Weise von den Geschwistern und Schwägern des Verstorbenen, den HH. Gustav Samson, Richard Wiener und Gattin, geb. Samson, Philipp Mühsam und Gattin, geb. Samson in Berlin, dem jüngst verstorbenen Hrn. Gustav Sachs und Gattin, geb. Samson

in London, unterstützt worden. Wir haben die Freude und Ehre, einen Teil der genannten Angehörigen heute in unserer Mitte begrüßen zu können. Ihnen allen sage ich, und ich darf sicherlich auch im Namen der Akademie sprechen, aufrichtigen Dank!

Albert Samson verfolgte mit seiner Stiftung die Aufgabe, die natürlichen Ursachen der Moral und Ethik nach Möglichkeit festzustellen, indem er — und ich glaube nicht mit Unrecht — annahm, daß durch die Verbreitung der Kenntnis dieser natürlichen Ursachen das Wohl der Menschheit gefördert werden könne. Zur Erkenntnis dieser Ursachen ist er in der Aufstellung des Stiftungsstatuts bis zu den entferntesten Gebieten der Naturwissenschaften zurückgegangen, indem ihm gleichzeitig daran lag, auch diese zu fördern, insofern sich dies mit der Hauptaufgabe der Stiftung vereinbaren ließe. Vielfache eingehende Überlegungen mit dem Stifter haben mir dies völlig klargelegt.

Unterm 20. Januar 1912 hat die Stiftung die Allerhöchste Bestätigung erhalten und ist seither in Wirksamkeit getreten. Verwaltet wird sie durch ein Kuratorium zu dem zur Zeit, außer mir als Vorsitzendem, die Herren Akademiemitglieder Branca, Orth, Planck, Rubner, Franz Eilhard Schulze und Karl Stumpf gehören; dies Kuratorium führt seine Geschäfte unter der Oberaufsicht der Akademie und, in letzter Instanz, des vorgeordneten Ministeriums.

Bisher wurden von der Stiftung folgende Unternehmungen unterstützt: Die große deutsche Augustaflußexpedition, der u. a. die besondere Aufgabe gestellt wurde, Moral und Sitte der Eingeborenen der bereisten Länderstrecken zu studieren; dann die Herausgabe der Werke Fritz Müllers, eines der hervorragendsten Vertreter des Darwinschen Entwicklungsprinzipes der Lebenswelt; dann eine Nebenabteilung der »Nomenclator generum animalium et subgenerum« des großen, unter Leitung unseres Mitgliedes, Hrn. Franz Eilhard Schulze stehenden Unternehmens der Akademie, des »Tierreich's« in der Erwägung, daß ein solches Werk als positive Grundlage für alle weiteren Forschungen im Gebiete der Biologie, seien sie, welcher Art sie wollen, dienen müßte; endlich das von Hrn. Karl Stumpf seit Jahren geleitete Unternehmen der Aufnahme sprachlicher und musikalischer Äußerungen und Leistungen der Naturvölker. Alle diese Unternehmungen sind noch nicht abgeschlossen, aber im besten Gange.

Länger verweilen muß ich bei dem seit einem Jahre bestehenden jüngsten Werke der Albert-Samson-Stiftung, welches von ihr ins Leben gerufen und ausschließlich gehalten wird, der Anthropoidenstation auf Teneriffa.

Es lag nahe, die Frage zu prüfen, ob in der Tierwelt Lebensverhältnisse zu beobachten seien, die über das einfache Triebleben hinausgehen und an ethische und moralische Äußerungen und Ordnungen des Menschenlebens hinanreichen; vor allem mußte da an die Tiergruppe gedacht werden, die somatisch dem Menschen am nächsten steht, an die Gruppe der Anthropoiden, der Menschenaffen, wie sie vielfach genannt werden. Da wir in unseren westafrikanischen Kolonien, Kamerun und Togo, ein großes Gebiet der Heimat der beiden interessantesten Vertreter dieser Tiergruppe, des Gorilla und des Schimpansen, besitzen, so war in erster Linie daran zu denken, die berührte Frage an Ort und Stelle, wo doch die unzweideutigsten Ergebnisse zu erwarten waren, zu studieren. Wir wissen bis jetzt nur sehr wenig von den Lebensverhältnissen dieser Geschöpfe. Das, was man an den einzelnen Exemplaren in unseren Zoologischen Gärten und Menagerien beobachten kann, reicht für ein richtiges Urteil auf dem in Rede stehenden Gebiete bei weitem nicht aus. Den Beobachtungen an Ort und Stelle treten aber große Schwierigkeiten entgegen. Da galt es nun, diese Tiere in größerer Zahl unter Bedingungen zu bringen, die denen, unter denen sie wild leben, möglichst nahe kommen und doch eine genaue Beobachtung gestatten, namentlich mußten sie möglichst frei gehalten werden und längere Zeit gesund bleiben, was in den Zoologischen Gärten unseres Klimas kaum zu erreichen ist. Da hat ein glücklicher Gedanke des Privatdozenten an hiesiger Universität, Prof. Dr. Max Rothmann, eine befriedigende Lösung gebracht. Er schlug vor, auf der Insel Teneriffa, deren Klima dem westafrikanischen nähersteht und somit den Tieren günstigere Lebensbedingungen verspricht, eine Station zu errichten, auf der eine größere Anzahl von Anthropoiden in Freiheit untergebracht werden könnten. Hr. Rothmann ist eigens zu diesem Zwecke wiederholt in Teneriffa gewesen und widmet dem Unternehmen fortdauernd seine Sorge. Seit einem Jahre besteht nun dort eine Kolonie von sechs Schimpansen bislang unter der ausgezeichneten Leitung des Hrn. Teuber, der sie mit größter Umsicht und bestem Erfolge eingerichtet und verwaltet hat. Hr. Teuber kehrt jetzt nach Europa zurück; an seine Stelle ist auf Vorschlag unseres Kuratorialmitgliedes Hrn. Stumpf der Privatdozent der Philosophie, Hr. Dr. Köhler, getreten. Wir haben bei der ersten Einrichtung dieses Unternehmens uns freundlicher Mitwirkung unseres korrespondierenden Mitgliedes des Hrn. Richard von Hertwig in München, des Deutschen Konsuls Hrn. Ahlers in Teneriffa und der Frau Prof. Selenka in München zu erfreuen gehabt. Außerdem ist hier, bevor noch die Albert-Samson-Stiftung und die Akademie der Wissenschaften die Angelegenheit in feste Hand nehmen konnte, auf Anregung von Hrn. Rothmann ein Komitee zusammengetreten, welches

die ersten einleitenden Schritte unternahm. Diesem Komitee gehörten an außer Hrn. Stumpf, Rothmann und Frau Selenka die HH. Prof. Bonhoeffer, Direktor der Nervenklinik, hier, Prof. Heck, Direktor des Zoologischen Gartens, Prof. Liepmann, Universitätsdozent, hier, und der hiesige spanische Konsul Hr. Dr. Sobernheim.

Allen den Genannten sei hier der Dank der Akademie zum Ausdruck gebracht!

Gegenwärtig bereiten wir mit sehr willkommener Unterstützung der Frau Prof. Selenka in München Schritte vor, um durch Hilfe der Königlich Niederländischen Regierung auch Exemplare der Ost-Anthropoiden, der Orangs und Gibbons, für die Teneriffakolonie zu erlangen. Sobald Hr. Teuber nach Berlin zurückgekehrt ist, wird er einen genauen und eingehenden Bericht vorlegen. Was er in Kürze bisher berichten konnte, berechtigt zu den besten Hoffnungen. Eines ist besonders wichtig, daß die Tiere in dem Klima von Teneriffa gut gedeihen und daß sie dort so gehalten werden können, wie es zu den beabsichtigten Beobachtungen erforderlich ist. Wir haben aber den Plan, die Kameruner Anthropoiden an Ort und Stelle zu studieren, keineswegs aufgegeben; die Beobachtungen auf Teneriffa werden uns dazu die Wegzeige geben.

Besonders zu erwähnen habe ich aus dem Arbeitsgebiete der philosophisch-historischen Klasse, abgesehen von den schon erwähnten neu begründeten Stellen und der Harnack-Stiftung, die Beteiligung der Akademie an der Sammlung deutscher Volkslieder; der akademische Delegierte hierzu, Hr. Roethe, ist zur Zeit Vorsitzender der Preußischen Volksliedkommission. Eine rege Tätigkeit förderte im abgelaufenen Jahre das Deutsche Wörterbuch, von dem 9 Lieferungen ausgegeben werden konnten. Im Anschlusse hieran bitte ich Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff den in Aussicht genommenen eingehenderen Bericht über das akademische Unternehmen der Sammlung der griechischen Inschriften zu geben.

Hr. von Wilamowitz-Moellendorff erstattete diesen Bericht, der weiter unten abgedruckt ist.

Ich erteile nun das Wort dem Festredner des heutigen Tages, Hrn. Lüders.

Hr. Lüders hielt darauf die folgende Rede:

Über die literarischen Funde von Ostturkistan.

Wenn dem Vertreter der indischen Philologie der Auftrag wird, am heutigen Tage über eine Frage seiner Wissenschaft zu sprechen, so ist ihm damit eigentlich auch schon das Thema gestellt: die Funde von Ostturkistan. Kein anderes Unternehmen der letzten zwanzig Jahre hat so befruchtend auf den verschiedensten Gebieten der indischen, der iranischen und der ostasiatischen Altertumswissenschaft gewirkt, hat dem Auge des Forschers so ungeahnte Weiten erschlossen und so tiefe Einblicke in die Zusammenhänge zwischen Ost und West eröffnet wie die archäologische Erforschung Zentralasiens. Deutschland hat sich in friedlichem Wettstreit mit anderen Völkern an der Hebung der Schätze beteiligt, und in dem Berliner Museum für Völkerkunde ist eine Fülle von Denkmälern geborgen, die sonst früher oder später der Spitzhacke des türkischen Bauern zum Opfer gefallen oder durch die Geldgier des einheimischen Schatzgräbers in alle Winde zerstreut wären. Mir selbst ist damit eine Aufgabe zugefallen, die ich dankbar als eine Gunst der Sarasvatī empfinde; ich darf innerhalb der Grenzen meiner Wissenschaft mitarbeiten an der Erschließung und Aufhellung dieser kostbaren Reste einer vergangenen Zeit. So habe ich auch persönlich wohl Anlaß, Ihnen heute von jenen Entdeckungen zu berichten, die uns unbekannte Völker und unbekannte Sprachen und unbekannte Literaturen kennen gelehrt haben und vor unsern Blicken das Bild einer Kultur wieder neu erstehen lassen, die in Nacht und Nebel versunken zu sein schien.

Ostturkistan ist eine gewaltige Mulde, von mächtigen Schneeketten eingefaßt; im Norden dehnt sich der himmelragende Tienschan, im Westen lagert sich das Pamir vor, das Dach der Welt, im Südwesten die Karakoramkette und im Süden der Kwenlün, das Rückgrat Asiens. Nach Osten bildet das Sumpfgebiet des Lob eine Scheide gegen die salzdurchdrungene Gobi. Der größte Teil des Gebietes ist wasserlose Wüste. Von den Rändern der Mulde aber stürzen zahlreiche Bäche und Flüsse herab, von denen einige so stark sind, daß sie sich selbst durch den Wüstensand den Weg bis zum Tarimbecken bahnen. Hier war die Möglichkeit für Ackerbau gegeben, der bei dem minimalen Regenfall ganz auf Bewässerungsanlagen angewiesen ist; hier entstanden feste Siedelungen, die eine mehr als lokale Bedeutung erlangten als

Stützpunkte für den Verkehr von China nach dem Westen, denn für den Seidenhandel, an dem das Abendland seit den letzten Tagen der römischen Republik beteiligt war, standen nur die beiden Wege am Nord- oder am Südrand der Wüste von Ostturkistan offen.

Das Land ist seit dem Beginn des 2. Jahrhunderts v. Chr. ein Tummelplatz der in ewiger Unruhe begriffenen Völker Ostasiens gewesen. Historische Nachrichten, insbesondere der Chinesen, ergänzt durch unsere Funde, zeigen, daß es nacheinander indische Stämme und Tocharer, Hunnen, Saken und Ostiranier, Tibeter, Türken, Kirgisen und Mongolen bei sich zu Gaste gesehen; von Osten her versuchte ständig, wenn auch mit vielfach wechselndem Erfolge, China Hand auf das Land zu legen, das ihm als Durchgangspforte zum Westen unentbehrlich war. Ein anschauliches Bild der Verhältnisse, wie sie sich im siebentem Jahrhundert gestaltet hatten, also zu einer Zeit, die der Entstehungszeit der Mehrzahl unserer Handschriften nicht allzufern liegt, hat uns Hiuen-Tsang gegeben. Als er im Jahre 629 nach Indien pilgerte, um die Stätten zu schauen, wo der Stifter seiner Religion gewandelt, und die heiligen Schriften seines Glaubens zu sammeln, wählte er den nördlichen Weg. Nach der beschwerlichen Durchquerung des westlichen Teils der Gobi gelangte er nach Kao-ch'ang, d. i. Chotscho, der Hauptstadt des heutigen Turfan, wo der Fürst ihn mit fast erdrückenden Ehren aufnahm. Zehn Jahre später erlag Kao-ch'ang der Macht Chinas und wurde für eine Weile zu einer Präfektur des Kaiserreiches gemacht. Von Kao-ch'ang zog der Pilger weiter durch drei Staaten, die er in seiner Sprache als A-k'i-ni, Ku-cih und Poh-lu-ka bezeichnet. Bei der Heimkehr schlug er die südliche Straße ein durch die Reiche von Kaschgar, Yarkand und Khotan. Hinter den Sümpfen von Ni-yang, der östlichen Grenzstadt Khotans, begann die Wüste, wo der Sand durch den Wind in ständiger Bewegung gehalten wird, wo kein anderes Wegzeichen mehr erscheint als die aufgehäuften Knochen verendeter Zugtiere und wo der einsame Wanderer alle Augenblicke ein Winseln und Klagen zu hören vermeint, das ihn verwirrt, so daß viele jämmerlich umkommen. Hier lagen die alten Reiche von Tu-ho-lo, d. i. Tokhāra, und Che-mo-t'o-na. Aber schon damals waren die tocharischen Städte nur noch Ruinen, und hinter den hohen Mauern von Che-mo-t'o-na, die der Zerstörung widerstanden hatten, wohnte nur das Schweigen des Todes. Blühendes Leben aber regte sich in den Reichen von Kao-ch'ang bis Khotan. Überall war der Buddhismus die herrschende Religion; viele Tausende von Mönchen lebten in den Klöstern des Landes, am Nordrande sämtlich Anhänger der Schule der Sarvāstivādins, in Yarkand und Khotan Bekenner des Mahāyāna. Die Religion war aber auch fast das einzige,

was der Bevölkerung gemeinsam war. Der chinesische Reisende ist ein scharfer Beobachter. Überall bemerkt er Verschiedenheiten im Charakter und in der Tracht, in Sitten und Gebräuchen, in Sprache und Schrift. Die letztere ist allerdings in allen Fällen der indischen entlehnt, aber in mannigfacher Weise verändert. Von der Sprache Kaschgars wird ebenso wie von der Khotans behauptet, daß sie von der Sprache anderer Länder verschieden sei; die Sprache von Yarkand unterschied sich von der von Khotan; die Sprache von Poh-lu-ka wich ein wenig von der des benachbarten Ku-cih ab. Jene Staaten waren also nicht nur politische Gebilde, sondern nationale Verbände, wenn auch sicherlich der Rasse nach vielfach gemischt, der Niederschlag der Völkerwanderungen der ersten vor- und nachchristlichen Jahrhunderte. Eine neue Kulturperiode beginnt für das Land mit der Ausbreitung der Macht des türkischen Stammes der Uiguren. Sie saugen die vorhandenen Volksbestandteile auf und formen das Volk, nach dem das Land noch heute seinen Namen trägt. In Chotscho entsteht ein Reich, dessen Glanzzeit in die erste Hälfte des 9. Jahrhunderts fällt. War bis dahin Ostturkistan in religiöser Beziehung eine Provinz Indiens gewesen, so tritt nun neben den Buddhismus das nestorianische Christentum und der Manichäismus, dessen Stellung gefestigt ist, seit der Herrscher von Chotscho, Buγuγ Chān, zu ihm übergetreten ist. Bald freilich erhebt sich ein Feind, der sich stärker erweisen sollte als Buddhismus und Christentum und Mānis Lehre, der Islam. In Kaschgar finden die ersten Bekehrungen statt; dort herrschen die ersten islamischen Dynastien. Der Einfall der Kirgisen, die Völkerstürme, die seit dem 12. Jahrhundert wieder von Osten heranbrausen, brechen die Macht auch des östlichen Reiches. Die alten Religionen fristen wohl noch eine Zeitlang ein kümmerliches Dasein; europäische Reisende berichten noch in der Mitte des 13. Jahrhunderts von Christen und Götzendienern im alten Uigurenreiche. Aber der Siegeszug des Islams ist unaufhaltsam. Seit dem 14. Jahrhundert gehört ganz Turkistan dem mohammedanischen Kulturkreise an, und daran hat auch die 1758 erfolgte Besitzergreifung des Landes durch China nichts geändert.

Wenn aber auch das Wort der Lehre Gautamas, Christi und Mānis verklang, die Werke, die frommer Sinn in jener alten Zeit geschaffen, haben den Verfall überdauert. Klosterbauten, die durch Wandmalereien oder Inschriften oder Handschriftenfunde als christlich erwiesen werden, sind in den Ruinen von Bulayiq und in Chotscho entdeckt worden. Im Mittelpunkt dieser Stadt hat sich eine große manichäische Anlage erhalten. Hier fand sich ein Wandgemälde, das vielleicht das wertvollste Stück der an Originalfresken einzig dastehenden Berliner Sammlung bildet, die Darstellung eines manichäischen Priesters, um-

ringt von den Gläubigen, Männern und Frauen, in ihrer charakteristischen Tracht. Das Bild wurde in dem Augenblicke, als die deutsche Expedition anlangte, von schatzsuchenden Bauern herabgerissen und konnte so gerade noch zur rechten Zeit vor der Zerstörung bewahrt werden. Zahllos sind die Reste buddhistischer Denkmäler. Es ist unmöglich, ohne die Benutzung von Abbildungen einen Begriff von der Bautätigkeit jener Zeit zu geben, die sich in Tempeln, Stūpas und Klöstern erschöpfte. Für die Geschichte der ostasiatischen Kunst liefern sie mit ihren Fresken, ihren Terrakotten und Stuckstatuen ein unschätzbares Material. Indien hat der zentralasiatischen Kunst nicht nur die Stoffe, sondern auch die Formen geliefert. Jener Ableger griechischer Kunst, der in der nordwestlichen Ecke Indiens, in Gandhāra, zu so hoher Blüte gediehen war, ist nach Turkistan verpflanzt worden; noch die handwerksmäßig hergestellten Fresken, die der letzten uigurischen Stilperiode angehören, lassen vielfach in der Gesamtkomposition wie in Einzelheiten die alten Vorbilder erkennen. Daneben läuft ein Strom rein hellenistischer Kunst, und vor allem macht sich ein starker iranischer Einfluß bemerkbar, der oft merkwürdige Parallelen im Abendlande aufweist. So hat z. B. Strzygowski gezeigt, daß die Deckenmalerei in der Nāgahöhle von Schortschuq ihr Gegenstück in den Mosaiken von S. Costanza bei Rom hat. Je tiefer wir zeitlich herabkommen, um so bunter wird die Mischung verschiedener Stile, um so verwickelter werden die Probleme, zu deren Studium die Veröffentlichungen Steins, Grünwedels und von Le Coqs schon jetzt Gelegenheit geben. Es wird für Jahrzehnte die reizvolle Arbeit des Archäologen und Kunsthistorikers sein, die vielfach verschlungenen Fäden, die von West nach Ost und von Ost nach West ziehen, aufzuspüren und zu entwirren; den Sprachforscher und Philologen hat Turkistan vor eine nicht minder mühevolle, aber auch nicht minder lohnende Aufgabe gestellt. Der Lößstaub, der in erstickenden Stürmen einherwirbelt, der alles begrabende wandernde Dünensand sind treue Hüter auch der literarischen Schätze gewesen; sie haben Turkistan für uns zu dem gemacht, was Ägypten in den letzten Jahrzehnten für die klassische und vorderasiatische Altertumswissenschaft geworden ist.

Der erste Handschriftenfund, der zur Kenntnis der europäischen Gelehrtenwelt gelangte und den Anstoß zur archäologischen Erforschung Zentralasiens gegeben hat, war ein Birkenrindenmanuskript, das zwei Türken im Jahre 1890 in einem Stūpa bei Qum-Tura fanden. Sie verkauften es an den englischen Leutnant Bower, der sich damals in Kutscha aufhielt. Bower übergab seinen Fund der Asiatischen Gesellschaft in Calcutta, und im folgenden Jahre veröffentlichte der philologische Sekretär der Gesellschaft, Hoernle, einen Bericht über die

Handschrift, die großes Aufsehen hervorrief. Vor allem imponierte das Alter der Handschrift. Indische Handschriften pflegen, an abendländischen gemessen, verhältnismäßig jung zu sein; der zerstörende Einfluß des Klimas und der unvermeidliche Insektenfraß zwingen zu fortwährender Erneuerung. Die ältesten in den westlichen Teilen des Landes und in Nepal erhaltenen Palmblatthandschriften gehen bis in den Anfang des 11. Jahrhunderts zurück. Außerdem waren nur zwei vereinzelte Palmblätter bekannt, die im Jahre 609 aus Indien über China nach Japan gekommen waren, wo sie in dem berühmten Kloster von Horiuzi als ehrwürdige Reliquien aufbewahrt wurden. Jetzt lag eine vollständige umfangreiche Handschrift vor, in Guptacharakteren geschrieben, und daher unzweifelhaft aus dem nordwestlichen Indien und spätestens aus dem 5. Jahrhundert n. Chr. stammend. Die genaueren Untersuchungen haben später ergeben, daß sie in die zweite Hälfte des 4. Jahrhunderts gehört. Die Möglichkeit solcher Entdeckungen regte zu weiteren Nachforschungen an. Die russische archäologische Gesellschaft bat den russischen Generalkonsul in Kaschgar, die englische Regierung beauftragte ihre politischen Agenten in Kaschmir, Ladak und Kaschgar, nach ähnlichen Handschriften Umschau zu halten; ein Missionar der mährischen Brüdergemeinde in Leh sammelte aus eigenem Antriebe. So gelangten die Handschriften, die nach ihren Sammlern als die Petrovski-, Macartney- und Weber-Manuskripte bekannt sind, nach Petersburg und Calcutta. Ihren Grundstock bilden Handschriften aus einem größeren Funde, den bald nach der Entdeckung des Bower-Manuskripts türkische Bauern in Kutscha machten und der geraume Zeit im Hause des Qāẓī als Spielzeug für die Kinder lag.

Inzwischen war eine andere, nicht minder wichtige Entdeckung gemacht worden, die allerdings erst einige Jahre später bekannt wurde. Im Frühling des Jahres 1892 erwarb der französische Reisende Dutreuil de Rhins in Khotan drei kleine oblonge Hefte, die mit andern Funden der Expedition nach Paris gesandt wurden. Im Jahre 1897 legte Senart auf dem Orientalistenkongreß in Paris die Handschrift vor. Wir sind jetzt an Überraschungen aus Zentralasien gewöhnt; damals riefen, wie ich mich persönlich wohl erinnere, Senarts Mitteilungen unter den Mitgliedern der arischen Sektion freudiges Staunen hervor. Der Fund erwies sich als ein Birkenrindenmanuskript, in Kharoṣṭhī-Charakteren geschrieben, die bisher nur aus Inschriften des äußersten Nordwesten Indiens bekannt waren; der Vergleich mit der epigraphischen Schrift zeigte, daß es aus dem 2. Jahrhundert n. Chr. stammte. Den Inhalt bildete eine Sammlung von Strophen, die größtenteils im Pali-Kanon wiederkehren, aber hier in einem Prakritdialekte auftreten, der bis dahin in literarischen Werken nicht gefunden war.

Das Manuskript war ein Fragment; mit um so größerer Freude wurde es begrüßt, als im Anschluß an die Bemerkungen Senarts der Petersburger Sanskritist von Oldenburg mitteilen konnte, daß ein anderer Teil desselben Manuskripts, und zwar der größere, nach Petersburg gelangt sei.

Es ist begreiflich, daß man sich durch diese mehr oder weniger dem Zufall verdankten Erfolge veranlaßt sah, die systematische Durchforschung des Landes vorzunehmen. Die Russen waren die ersten auf dem Plan. 1898 arbeitete der Akademiker Klementz in den Ruinenstätten im Norden, und im folgenden Jahre gab Radloff auf dem Orientalistenkongresse in Rom die Anregungen, die zur Begründung der internationalen Assoziation zur Erforschung Zentral- und Ostasiens führten. Was dem Boden abzuringen sei, zeigten dann die Grabungen, die Marc Aurel Stein 1900—1901 mit Unterstützung der indischen Regierung in der Gegend von Khotan unternahm. Steins Reise brachte auch noch einen Nebengewinn. In den letzten Jahren waren zahlreiche Handschriften und Blockdrucke in mysteriösen Schriftzeichen in Kaschgar zum Verkauf angeboten und hatten willige Abnehmer gefunden. Europäische Gelehrte zerbrachen sich den Kopf darüber; allmählich begann man mißtrauisch zu werden. Stein vermochte diese Dokumente als Fälschungen nachzuweisen. Es gelang ihm, des nicht unintelligenten Hauptes dieser Gesellschaft zur Herstellung zentralasiatischer Altertümer habhaft zu werden, ihn zu überführen und aus seinem eigenen Munde die Beschreibung der Fabrikationsmethoden zu vernehmen. Seitdem sind Fälschungen nicht mehr zum Vorschein gekommen; sie dürften heute, wo das Auge geübter ist, auch kaum irgendwelche Aussicht auf Erfolg haben.

Die reichen Ergebnisse der Steinschen Reise stachelten zu erneuter Tätigkeit an. Hatten Steins Forschungen dem Südwesten gegolten, so ging die erste deutsche Expedition unter Grünwedel und Huth 1902 nach Turfan im Norden der Wüste. Inzwischen hatte sich durch die Bemühungen Pischels ein deutsches Komitee zur Erforschung Zentralasiens gebildet, das mit staatlicher Unterstützung in den Jahren 1904—1907 nochmals zwei Expeditionen unter der Führung von Le Coqs und Grünwedels nach dem Norden aussandte. Kutscha und Turfan wurden jetzt gründlicher durchforscht, als es das erstemal möglich gewesen war, und haben die Mühe glänzend gelohnt. Augenblicklich ist der unermüdliche von Le Coq wiederum in der Umgegend von Qyzil tätig. 1906—1908 machte Stein eine zweite Reise, die ihn weit über Khotan hinaus nach dem Osten und von dort an den Nordrand und quer durch die Taklamakanwüste führte. Seine schönsten Entdeckungen machte er im Gebiete von Tun-huang. Hier fand er den langvergessenen west-

lichsten Teil der großen Mauer auf, die einst China vor den Einfällen der Hunnen zu schützen bestimmt war. Hier spielte ihm ein glücklicher Zufall und kluge Diplomatie einen über Erwarten großen literarischen Schatz in die Hände. Wenige Jahre vor seiner Ankunft hatte ein taoistischer Priester in den Hallen der tausend Buddhas, einem System von ungefähr 500 Höhlen, das wabengleich eine Bergwand bei Tun-huang durchzieht, ein vermauertes Gemach gefunden, das eine nach Tausenden von Handschriften zählende Bibliothek enthielt. Nach den Daten der Manuskripte zu urteilen, muß der Raum im Anfang des 11. Jahrhunderts verschlossen worden sein. Stein wußte sich einen bedeutenden Teil dieser Handschriften zu sichern; ein anderer gelangte in die Sammlungen des französischen Sinologen Pelliot, der in den Jahren 1906—1907 Turkistan bereiste. Sogar die Reiche des fernen Ostens haben sich an der Erforschung Turkistans beteiligt. 1902 entsandte Japan den buddhistischen Priester Grafen Otani, der in Kutscha mit ziemlichem Erfolge Ausgrabungen veranstaltet haben soll, und die Reste der Höhlenbibliothek von Tun-huang sind, um sie vor Zerstörung zu bewahren, in die Nationalbibliothek von Peking überführt worden. So ist, abgesehen von den archäologischen Funden, allmählich eine ungeheure Menge von Handschriften und Blockdrucken in den Bibliotheken und Museen von Petersburg, London, Oxford, Calcutta, Berlin, Paris, Tokio und Peking geborgen. Fast jedes Material, das sich zur Beschreibung mit Feder oder Pinsel darbietet, ist vertreten: Palmblätter, Birkenrinde, Holz, Bambusrohr, Leder, Papier und Seide. Fast unübersehbar ist die Zahl der Alphabete. Man zählt etwa ein Dutzend verschiedener Sprachen, zum Teil wieder dialektisch geschieden, und darunter eine ganze Reihe, von denen man bisher nichts oder so gut wie nichts wußte. Es ist gewiß ein Zeichen für die Kraft der jüngsten der Philologien, daß es in verhältnismäßig kurzer Zeit gelungen ist, Ordnung in diese Massen zu bringen, unbekannte Schriften zu entziffern und unbekannte Sprachen zu deuten und ihre Zugehörigkeit zu bestimmen; daß den Orientalisten trotz alledem nicht das Ergetzen kommt, zu schauen, wie sie es zuletzt so herrlich weit gebracht, dafür sorgen die Texte schon selber.

Schon unter den ersten Funden, die nach Calcutta und St. Petersburg kamen, fanden sich Bruchstücke von Handschriften, die in einer Abart der indischen Brāhmī geschrieben, aber sicher nicht in Sanskrit verfaßt waren. Da die Schrift wenigstens in ihren Grundzügen klar war, gelang es Hoernle, indische Namen und Ausdrücke der buddhistischen Terminologie und indische Bezeichnungen für Arzneimittel zu entziffern, die den Inhalt der Handschriften charakterisierten. Leumann stellte dann fest, daß es sich um zwei verschiedene Sprachen handle,

die er als die Sprachen I und II unterschied. Über die erste Sprache war man eine Zeitlang im unklaren; man vermutete Zusammenhang mit dem Alttürkischen. Das Verdienst, ihren wahren Charakter festgestellt zu haben, gebührt SIEG und SIEGLING, die im Jahre 1907 sie als eine indogermanische Sprache erkannten. Zahlwörter, Verwandtschaftsnamen, Bezeichnungen von Haustieren und Körperteilen machen das zweifellos. Merkwürdig ist, daß diese Sprache engere Beziehungen zum Griechischen und Lateinischen und Germanischen erkennen läßt, dagegen keine Ähnlichkeiten mit den benachbarten arischen Sprachen zeigt. Es scheint daher, daß sie dem westlichen Zweige der großen indogermanischen Familie angehört, wenn es auch zur Zeit kaum möglich ist, etwas über ihre genauere Stellung zu sagen. Welche Schicksale das Volk, das diese Sprache redete, an die äußerste Grenze der indogermanischen Welt verschlagen hat, wissen wir nicht. Jedenfalls muß es bedenklich erscheinen, sein Vorhandensein in Turkistan als ein Argument für die Theorie der asiatischen Heimat der Indogermanen zu verwerten. Den Namen der Sprache liefert uns ein Kolophon, den F. W. K. MÜLLER in einer uigurischen Handschrift entdeckt hat. Danach war das Werk, das den Titel Maitrisimit trägt, aus dem Sanskrit in die Toχrïsprache und von da in das Türkische übersetzt. Nun sind zusammen mit der türkischen Handschrift Bruchstücke von drei verschiedenen Handschriften des Werkes in der Sprache I gefunden. In einer dritten Sprache liegt das Werk bis jetzt wenigstens nicht vor. Der Schluß, daß die Sprache I das Tocharische sei, ist danach unabweislich. Der Name Tochara haftete innerhalb der Grenzen Turkistans noch im 7. Jahrhundert an der versandeten Oase östllich von Khotan. Zweifelhaft ist es noch, wieweit die Tocharer mit dem Volke identisch sind, das im 2. Jahrhundert v. Chr. Baktrien besetzte und von dort aus seine Herrschaft bis weit nach Indien hinein ausdehnte, und das von den Chinesen als Yüe-chi, von den abendländischen Schriftstellern als Indoskythen bezeichnet wird. Aus der Tatsache, daß von den letzten indoskythischen Herrschern Kaniṣka, Huviṣka und Vāsudeva auf ihren Münzlegenden eine Sprache gebrauchen, die nicht mit der Sprache I, sondern mit der Sprache II übereinstimmt, kann aber auf keinen Fall geschlossen werden, daß dieser die Bezeichnung »tocharisch« zukomme. Selbst wenn jene Fürsten wirklich Tocharer gewesen sein sollten, läßt sich die Verwendung der zweiten Sprache ungezwungen aus den politischen Verhältnissen erklären.

Das Tocharische liegt uns, wie SIEG und SIEGLING zuerst feststellten, in zwei Dialekten vor, die vielfach weit auseinandergehen und die man vorläufig durch die Buchstaben A und B unterscheidet. A macht den altertümlicheren Eindruck. Nach den Fundorten zu urteilen, war

die Heimat des Tocharischen der Nordrand der Wüste von Kutscha bis Chotscho. Die beiden Dialekte bestanden nebeneinander; doch sind in den Mingoi bei Qyzil bis jetzt nur Handschriften der Gruppe B zutage getreten. Auf Holztäfelchen geschriebene Karawanenpässe in dem Dialekt B, die sich wegen der Erwähnung eines Königsnamens datieren lassen, hat Pelliot bei Kutscha gefunden und Lévi entziffert; sie beweisen, daß der Dialekt B im 7. Jahrhundert die Umgangssprache von Kutscha war. Die Texte in dem ersten Dialekte füllen einen stattlichen Band, der der Veröffentlichung harrt; Proben und grammatische Untersuchungen des zweiten Dialektes haben uns, außer Hoernle, Mironov und Leumann, Lévi und Meillet gegeben. So vieles auch im einzelnen noch unsicher sein mag, so sind doch die Grundzüge der Sprache schon deutlich. Sie zeigt, wie es kaum anders zu erwarten war, kein altertümliches Gepräge. Weitgehender Schwund der Vokale hat insbesondere die Nominalflexion zerrüttet; Kasusbezeichnungen werden, wie es scheint, in großem Umfange durch Suffixe ausgedrückt, die der Sprache auf den ersten Blick ein fremdartiges unindogermanisches Aussehen geben. Klarer tritt ihre Herkunft in den Verbalformen hervor, die charakteristische indogermanische Erscheinungen, wie die Perfektreduplikation, den *s*-Aorist usw. erkennen lassen. Die Zahl der Texte ist groß genug, um diese Sprache über den Wert einer Kuriosität herauszuheben; schon ist sie mit Glück für die Etymologie anderer indogermanischer Sprachen herangezogen worden. Ob uns die tocharischen Texte auch inhaltlich viel Neues bieten werden, läßt sich heute noch nicht beurteilen. Es sind zweifellos im wesentlichen Übersetzungen und Bearbeitungen buddhistischer und medizinischer Sanskritschriften. Unter den Pariser und Berliner Fragmenten der Gruppe B finden sich Reste von Dramen, die ihre Stoffe der buddhistischen Legende entnehmen. Auch sie gehen, wie schon die Erwähnung des Vidūṣaka verrät, auf indische Originale zurück und liefern so die willkommene Bestätigung für die Pflege dramatischer Kunst in den buddhistischen Kreisen Indiens, die uns andere Entdeckungen in Turkistan hatten ahnen lassen.

Sprachwissenschaftliches Interesse knüpft sich zunächst auch an die Texte in der Sprache II, um deren Aufhellung sich Hoernle, v. Staël-Holstein, Konow, Pelliot, Gauthiot und vor allem Leumann bemüht haben. Sie liegt uns in zwei Gruppen von Texten vor. Die eine wird durch geschäftliche Urkunden repräsentiert, die meist vollständig datiert sind, wenn auch die zugrunde liegende Ära vorläufig unbekannt ist; die zweite Gruppe bilden umfangreiche buddhistische Texte, zum Teil ebenfalls mit Daten versehen. Während aber von den tocharischen Fragmenten sicherlich viele aus Werken der Sarvāstivādins stammen, scheinen die Texte der Sprache II meist der späteren Mahā-

yānaliteratur anzugehören; so die Vajracchedikā, das Aparimitāyuḥsūtra, das Suvarṇaprabhāsasūtra, das Saṃghāṭasūtra, die nur teilweise übersetzte Adhyardhaśatikā Prajñāpāramitā. Daß die Sprache dieser Texte und die Sprache der Urkunden zusammenhängen, blieb eine Zeitlang verborgen. Während HOERNLE den indoiranischen Charakter der Geschäftssprache richtig erkannte und in ihr Anklänge an die sogenannten Ghalchahdialekte des Pamir fand, bezeichnete er die literarische Sprache kühn als prototibetisch. Sie hat mit dem Tibetischen nichts zu tun. LEUMANN stellte fest, daß die Geschäftssprache nur ein jüngerer Dialekt der literarischen Sprache sei und daß auch diese wieder in einer älteren und einer jüngeren Varietät vorliege. LEUMANN glaubte einen neuen Sproß der arischen Sprachfamilie entdeckt zu haben; er stellte ihn als das Nordarische dem Südarischen, dem Indischen, und dem Westarischen, dem Iranischen, zur Seite. In der Tat tritt uns hier eine Sprache entgegen, die durch Laute und Formen als iranisch gekennzeichnet, aber so stark mit indischen Wörtern durchsetzt ist, daß man sie als ein indianisiertes Iranisch bezeichnen kann. Das aber ändert, wie KONOW mit Recht betont hat, nichts an der Tatsache, daß die Sprache zu den iranischen zu zählen ist; das Englische ist trotz seiner romanischen Elemente eine germanische Sprache. Das Volk, das diese Sprache für seine heiligen Schriften wie für seine Urkunden verwendete, muß im Süden des Landes gewohnt haben. Nur in dieser Gegend sind Texte in dieser Sprache gefunden worden; ein einziges Blatt, das aus Schortschuq stammt, wird durch einen Zufall dorthin verschleppt sein. Der literarische Charakter der buddhistischen Texte weist in dieselbe Richtung; nach Hiuen-Tsang war das Mahāyāna das herrschende System in Yarkand und Khotan. Die indische Schrift, der schrankenlose Gebrauch indischer Lehnwörter, die nicht nur buddhistische Termini, sondern auch Ausdrücke des täglichen Lebens umfassen, machen es wahrscheinlich, daß die Sprecher längere Zeit auf indischem Boden saßen. Nun sind in Indien in nachchristlicher Zeit nur zwei iranische Völkerschaften als Eroberer aufgetreten, die Palhavas oder Pahlavas und die Śakas. Die Pahlavas werden doch aller Wahrscheinlichkeit nach Pahlavī gesprochen haben; was wir indischen Inschriften und Münzlegenden über die Sprache der Śakas entnehmen können, stimmt aber auffallend gut mit dem sogenannten Nordarischen überein, so vor allem die merkwürdige Bezeichnung des stimmhaften *z* durch die Ligatur *ys* und der Gebrauch der Zerebrallaute. Die Annahme, auf die wir so geführt werden, daß die neue Sprache das Sakische sei, erklärt zugleich, warum Kaniṣka und seine Nachfolger sich ihrer auf ihren Münzen bedienten. Die Śakas zogen, von den Yüe-chi gedrängt, nach Süden und waren die Herren im nörd-

lichen Indien, ehe die Yüe-chi dort anlangten. Es wäre daher ganz begreiflich, wenn diese die offizielle Sprache ihrer Vorgänger übernommen hätten. Man mag die Festlegung der beiden neuen Sprachen als tocharisch und sakisch zur Zeit noch als Hypothesen bezeichnen, aber sie stützen sich gegenseitig, und wenn eines Tages die eine durch ein direktes Zeugnis bestätigt werden sollte, wird, meine ich, auch die andere damit bewiesen sein.

Das Sakische ist nur ein kleiner Teil des Zuwachses, den die Iranistik gewonnen hat. Im Jahre 1904 gelang es F. W. K. Müller, ein paar Fragmente auf Papier, Leder und Seide, die aus der Gegend von Turfan stammten, zu entziffern. Er konnte das Alphabet als eine Abart des Estrangelo bestimmen, die Sprache als Mittelpersisch und Türkisch und den Inhalt als Stücke aus der verloren geglaubten manichäischen Literatur. Das war der Anfang einer langen Reihe von glänzenden Entdeckungen, deren Ergebnisse zum größten Teile in den Schriften unserer Akademie gebucht sind. Eine Menge der dogmatischen und liturgischen Werke jener Religion ist wiedergewonnen, die von Vorderasien bis nach China vordrang und sich trotz blutiger Verfolgungen jahrhundertelang an den Küsten des Mittelmeers als Rivalin des Christentums behauptete, alles freilich in Trümmern, und doch ein unschätzbarer Besitz, denn zum ersten Male vernehmen wir hier aus den eigenen Werken die Lehre, für deren Kenntnis wir bisher auf Augustins Streitschriften, die Acta Archelai, die Abschwörungsformeln der griechischen Kirche, den Fihrist al-'ulūm des an-Nadīm und andere gegnerische Darstellungen angewiesen waren. Man wird es diesen Berichten zugestehen müssen, daß sie sich einer Objektivität befleißigen, wie sie in religiösen Kontroversen nicht immer beobachtet ist. Die Grundzüge der Lehre, die ethische und physische Elemente in phantastischer Weise zu einer unlösbaren Einheit verbindet, sind, soweit eine Nachprüfung schon jetzt möglich ist, richtig gezeichnet; im einzelnen tritt freilich mancher Zug jetzt deutlicher hervor. Wenn Kessler noch geneigt war, vorzugsweise an babylonische Quellen zu denken, so kann es jetzt als sicher gelten, daß wenigstens die unmittelbare Grundlage des Manichäismus der Zoroastrismus ist. Wenn wir von dem ausgesprochenen Dualismus, der beiden Religionen eigen ist, ganz absehen, bezeugen das schon die Namen. Die ganze Mythologie des Avesta kehrt hier wieder. Ein Stück aus dem von Mānī selbst verfaßten Schāpūrakān nennt den Mihir und die Dämonen Āz, Ahriman, die Pairikas, den Až̌idahāka; in einem Bruchstück, das nach der Überschrift aus einem eigenen Liede des Mānī stammt, wird er der Sohn des Gottes Zarvān genannt, der im Zoroastrismus die Zeit repräsentiert und später zum höchsten Prinzip erhoben wird; in einem

Hymnus wird neben Mihir Frēdōn angerufen, der Thraētaona des Avesta und Fēridūn des Shāhnāmeh; Mānī wird der starke, mächtige Srōš genannt, Jesus Gott und Vahman, d. i. Vohumano. Mānī erhob den Anspruch, auch der Vollender des Christentums zu sein. In dem von Müller aufgefundenen Stücke seines Evangeliums nennt er sich den Abgesandten Jesu, wie uns das schon Augustin berichtet hatte. Nach den Fragmenten zu urteilen, scheint es aber zu einer wirklichen Einschmelzung der christlichen Bestandteile nicht gekommen zu sein. Die Schichten liegen meist ziemlich unvermittelt nebeneinander. So geht der Beschreibung des Weltendes aus dem Schāpūrakān unmittelbar eine Schilderung des jüngsten Gerichtes oder, wie es hier genannt wird, des Kommens des Erkenntnisbringers, voraus, die sich eng an die Worte des Matthäusevangeliums anschließt. Auch andere Bruchstücke aus der Geschichte der Kreuzigung und Auferstehung Jesu, eine Stelle aus dem Hirten des Hermas zeigen, wie sich der Manichäismus christliche Schriften ohne weiteres zu eigen machte. Mānī erkannte auch den Buddha als seinen Vorläufer an. Deutliche Spuren buddhistischen Einflusses scheinen aber in den Fragmenten erst in späteren Stücken wie den Sündenbekenntnissen aufzutreten. Es wäre also immerhin möglich, daß hier eine spätere Entwicklung des zentralasiatischen Manichäismus vorläge. Er könnte hier auf altbuddhistischem Boden eine buddhistischere Färbung angenommen haben, wie er im Westen vielleicht verchristlicht wurde.

Äußerlich zeichnen sich alle manichäischen Handschriften durch Sorgfalt in der Ausstattung aus; viele sind mit Bildern geziert, die als Prachtstücke der Miniaturenmalerei gelten können. Diese Freude am künstlerischen Buchschmuck war altes Erbteil; schon Augustin wendet sich in flammenden Worten gegen diese Bibliophilen: incendite omnes illas membranas elegantesque tecturas decoris pellibus exquisitas, ut nec res superflua vos oneret, et Deus vester inde solvatur, qui tanquam poena servili etiam in codice ligatus tenetur. Mit der Pflege der Malerei ehrte man das Andenken des Meisters, dem die Legende ähnliche fabelhafte Zeichenkünste zuschreibt wie dem Giotto und dessen Name bei den Persern stets Mānī der Maler lautet und in demselben Sinne gebraucht wird wie bei uns einst der Name Rafaels.

Sprachlich zerfallen die iranischen Schriften manichäischen Inhalts in drei Gruppen. Die einen sind in einem Dialekte verfaßt, der dem Pahlavī, der offiziellen Sprache des Sasanidenreiches, sehr nahe steht. Wir kennen diese Sprache aus einigen Inschriften und Texten der zoroastrischen Religion, vor allem der Übersetzung des Avesta. Dennoch bedeuten die von Müller und Salemann herausgegebenen turkistanischen Texte eine unendliche Förderung unseres Wissens. Die

Schrift der bisher bekannten Denkmäler ist ganz unzulänglich; sie gibt nicht die Aussprache der Zeit wieder, und sie verwendet für die gewöhnlichen Wörter aramäische Kryptogramme, so daß man z. B. malkā schrieb, wo man shāh las. In der Schrift der Fragmente ist das vermieden, so daß wir hier zum ersten Male ein wirkliches Bild der eigentlichen mittelpersischen Sprache erhalten.

Eine zweite Gruppe ist in dem Dialekte des nordwestlichen Persiens abgefaßt, der zweifellos die Sprache der aus dieser Gegend stammenden Arsakiden, der Vorgänger der Sasaniden, ist. Andreas hat vermutet, daß das sogenannte Chaldäo-Pahlavī, das in Inschriften der Sasanidenkönige erscheint, mit dieser Sprache identisch sei. Er hat jetzt ein reiches inschriftliches Material für die Untersuchung dieser Frage in Händen, und wir dürfen hoffen, in naher Zukunft die Bestätigung seiner Ansicht aus seinem eigenen Munde zu vernehmen.

Wenn nicht der Zahl, so doch der Bedeutung nach an erster Stelle steht die dritte Gruppe, die teils in dem manichäischen, teils in einem jüngeren, dem sogenannten uigurischen Alphabete, geschrieben ist. Andreas hat in der Sprache dieser Fragmente sofort nach ihrem Bekanntwerden das Soghdische erkannt, einen fast verschollenen ostiranischen Dialekt; nur durch einen Zufall waren uns bei Alběrūnī die Monatsnamen, wie sie in dieser Sprache lauteten, erhalten. Die Entdeckung des Soghdischen hat alsbald andere wichtige Entdeckungen nach sich gezogen. F. W. K. Müllers Scharfsinn gelang der Nachweis, daß in der berühmten mehrsprachigen Inschrift von Kara-Balgassun, die über die Einführung des Manichäismus im Uigurenreiche berichtet, der schwer lesbare Text in uigurischen Charakteren, den man bisher als uigurisch angesehen hatte, in Wahrheit in Soghdisch abgefaßt sei; er konnte weiter feststellen, daß iranische Ausdrücke in chinesischen astrologischen Schriften des 8. Jahrhunderts nicht neupersisch, sondern wiederum soghdisch seien. Der Beweis, daß das Soghdische nicht nur von den Manichäern gebraucht wurde, sondern die allgemeine Verkehrssprache der iranischen Bewohner Turkistans war, während dem Pahlavī die Rolle einer Schriftsprache zukam, wurde durch andere Funde erbracht.

Unter den Handschriften, die aus dem Norden des Landes stammen, fanden sich Blätter in syrischer Schrift und Sprache, die, von Sachau herausgegeben, sich als Reste von Gesangbüchern und Ḥudhrās der nestorianischen Christen entpuppten. Für die Tätigkeit der nestorianischen Mission, die von Assyrien und Babylonien ausgehend sich bis in das Innere Chinas erstreckte, zeugten weiter zwölf Blätter aus einem reizenden Büchlein, einer Pahlaviübersetzung der Psalmen mit den Kanones des Mār Abhā, die noch heute in der nestorianischen

Kirche in Gebrauch sind. Die Handschrift muß den Charakteren nach aus der Mitte des 6. Jahrhunderts stammen; die Übersetzung liegt aber etwa 150 Jahre vor den ältesten Handschriften des Pešītāpsalters und verspricht für die Geschichte und Textkritik des syrischen Originals von größter Bedeutung zu werden. Dazu kommen nun in syrischer Schrift, aber in einer Sprache, die sich durch gewisse Eigentümlichkeiten als eine jüngere Abart des manichäischen Soghdisch erweist, umfangreiche Bruchstücke eines Perikopenbuches, Stücke aus dem Glaubensbekenntnisse, aus Legenden und Märtyrerakten und anderer christlicher Literatur. Die meisten liegen jetzt von Müller herausgegeben vor; sie zeigen, daß die Christen sich des Pahlavi und des Soghdischen genau so zur Verbreitung ihrer Lehre bedienten wie ihre manichäischen Rivalen.

Auch die dritte Religion, der Buddhismus, hat sich des Soghdischen zur Propaganda bedient. Stücke aus der Vajracchedikā, dem Suvarṇaprabhāsa u. a. enthält die Berliner Sammlung; die Höhle von Tun-huang aber ist die eigentliche Schatzkammer für die buddhistisch-soghdischen Texte gewesen, die in einer eigenartigen Schrift aramäischen Ursprungs geschrieben sind. Unter den von Gauthiot veröffentlichten Texten ist das interessanteste das Vessantarajātaka, dieses Prunkstück der erbaulichen Erzählungsliteratur, das uns hier in einer neuen Version entgegentritt. Gauthiot hat auch die älteste Form dieser Schrift und dieser Sprache in einigen Briefen wiedererkannt, die Stein in der Wüste zwischen Tun-huang und dem Lop-nor zusammen mit chinesischen Dokumenten aus dem Anfang des 1. Jahrhunderts n. Chr. entdeckte und die unzweifelhaft Jahrhunderte älter sind als die literarischen Texte. Nach alledem kann über den Charakter des Soghdischen heute kein Zweifel mehr bestehen: es war die Sprache der iranischen Bevölkerung von Samarkand und Ferghana, die vom 1. bis zum 9. Jahrhundert in Turkistan und weiter bis in die Mongolei und China als eine Art lingua franca gesprochen wurde; eins der Steinschen buddhistischen Manuskripte trägt den Vermerk, daß es in Singanfu geschrieben sei. Anklänge an das Soghdische zeigen noch heute gewisse Dialekte in den Hochtälern des Pamir; insbesondere scheint das Yaghnōbī auf den Namen des Neusoghdischen Anspruch machen zu können.

Wenn ich noch erwähne, daß die Steinsche Sammlung auch ein Dokument enthält, das, in hebräischen Lettern und nach Margoliouth um das Jahr 100 der Hedschra geschrieben, das älteste judäopersische und überhaupt das älteste neupersische Schriftstück ist, so mag das genügen, um die Bedeutung, die Turkistan für die Iranistik gehabt hat, zu ermessen, und doch verdankt eine andere Disziplin dem Lande vielleicht noch mehr, die türkische Philologie. Ihr mangelten alte Literatur-

werke bisher gänzlich; das früheste türkische Buch war das 1069 in Kaschgar verfaßte Qutadγu Bilig. Jetzt ist ihr aus dem alten Uigurenreiche eine Fülle von Handschriften und Blockdrucken zugeströmt, die der Sprache und größtenteils auch der Schrift nach zwei Jahrhunderte und mehr vor jenem Fürstenspiegel liegen. Eine stattliche Anzahl von Texten, und doch nur ein kleiner Teil des Vorhandenen, liegt uns in den Ausgaben von Radloff, Thomsen, Müller, von Le Coq und Stönner vor. Die Schriftarten sind so abwechslungsreich wie ihr Inhalt. Man verwendete das manichäische Estrangelo, das sogenannte uigurische Alphabet, die Brāhmī und die eigenartige Runenschrift, die der geniale Thomsen vor zwanzig Jahren zuerst auf den Steinen am Orkhon und Jenissei gelesen hat. Inhaltlich scheiden sich die Texte nach den drei Religionen. Die christliche Literatur ist bisher allerdings nur spärlich vertreten; das größte Stück handelt von der Anbetung der Magier, die hier nach Weise der Apokryphen ausgeschmückt ist. Unter den buddhistischen Werken nehmen die Schriften der späteren Zeit einen breiten Raum ein: das Saddharmapuṇḍarīka, das Suvarṇaprabhāsasūtra, von dem Berlin und Petersburg sich rühmen können, fast vollständige Manuskripte zu besitzen, Proben aus der Literatur der Reisesegen und der nicht immer erfreulichen Dhāraṇīs und daneben die Beichtformulare mit ihrer lebendigen Schilderung aller erdenklichen Sünden. Aber auch Fragmente von Interlinearversionen älterer Werke sind erhalten, nicht ohne Wert auch für die Originale, weil sie, obwohl zeitlich die jüngsten, zum Teil den ältesten erreichbaren Text wiedergeben. Literargeschichtlich am interessantesten sind allerlei Bruchstücke indischer Legenden; wer hätte es geahnt, daß man sich in Chotscho einmal die alte Sage des Mahābhārata erzählte von Bimbasena oder richtiger Bhīmasena und seinem Kampf mit dem Dämon Hiḍimba oder von der Gattenwahl indischer Prinzessinnen oder von dem König Caṣṭana, dem griechischen ΤΙΑϹΤΑΝΟϹ, und seiner Bezwingung des seuchenbringenden Rākṣasa? Auch von den Manichäern besitzen wir Beichtformulare, die sicherlich erst nach buddhistischen Mustern verfaßt sind, so das Chuastuanift mit seinem auch für die Dogmatik wichtigen Inhalt, und ein anderes, das die weitgehende Toleranz gegen den Buddhismus erkennen läßt: hier wird die Sünde, die einer gegen den eigenen Religionsgenossen begangen hat, in einem Atem mit der Sünde genannt, die sich einer durch Entheiligung eines dem Śākyamuni geweihten Ortes im Vihāra hat zuschulden kommen lassen. Dazu kommen Fragmente von Hymnen, Predigten, Göttergeschichten und dogmatischen Abhandlungen; auch ein vollständiges kleines Wahrsage- oder Traumbuch in Runenschrift, das an ähnliche Erzeugnisse Chinas erinnert, ist wohl manichäischen Ursprungs. Besonderer Wert kommt

zwei Berliner Blättern zu, die durch ihr Äußeres als manichäisch und nicht buddhistisch gekennzeichnet sind. Das eine erzählt von der Ausfahrt des Bodhisattva oder, wie er hier heißt, des Bodisav und seinen Begegnungen; das andere enthält die abstoßende Geschichte eines Jünglings, der in der Trunkenheit die verwesende Leiche einer Frau umfängt. Die letzte Geschichte ist ursprünglich buddhistisch; von Oldenburg hat aber darauf hingewiesen, daß sie auch als die erste Parabel in der persischen Version des Barlaam und Joasaph vorkomme. Dadurch wird die Vermutung Müllers und von Le Coqs, auf die die eigentümliche Namensform Bodisav geführt hatte, daß uns hier Reste einer manichäischen Version des berühmten Romans vorliegen, so gut wie sicher. Dann ist es aber weiter auch nicht unwahrscheinlich, daß das Original ein manichäisches Werk, vielleicht in soghdischer Sprache war. Es wäre ein merkwürdiger Fall von ungewolltem Synkretismus, wenn die Manichäer bewirkt hätten, daß der Stifter des Buddhismus zum christlichen Heiligen wurde.

Es gibt auch von den übrigen Völkern des ostasiatischen Festlandes, die es zu einer eigenen Kultur gebracht haben, kaum ein einziges, das nicht literarische Spuren in Turkistan hinterlassen hätte. Müller hat in gewissen Fragmenten die Schrift wiedererkannt, die die Hephthalitischen oder weißen Hunnen auf ihren Münzen verwenden. Wir haben mongolische Briefe und Blockdrucke in der rätselvollen tangutischen Schrift und Sprache. Zahlreich sind die tibetischen Handschriften, von denen erst weniges, Bruchstücke eines Sūtra und ein paar religiöse Gedichte, von Barnett und Francke herausgegeben ist, und ungeheuer groß ist die Zahl der chinesischen Schriftstücke, von denen die ältesten, die Stein aus dem Sande gegraben, jetzt in einer prachtvollen Publikation Chavannes' vorliegen. Von den Papierhandschriften scheinen einige bis in das 2. Jahrhundert n. Chr. hinaufzugehen; sie sind jedenfalls die ältesten Papierproben der Welt, nur um Jahrzehnte von dem Zeitpunkte entfernt, da Ts'ai-lun seine Erfindung machte, die ein Segen für die Menschheit geworden ist, wenn wir auch über den Überschwang dieses Segens zu seufzen beginnen. Weitaus die meisten Urkunden sind aber auf Holztäfelchen, einige auch auf Bambusstäbchen geschrieben; sie zeigen uns den Zustand der ältesten chinesischen Bücher. Die Holzstückchen, von denen das älteste aus dem Jahre 98 v. Chr. datiert ist, stammen aus den Archiven der Garnisonen, die hier im äußersten Westen des Reiches an der großen Mauer stationiert waren. Wir erhalten die genausten Aufschlüsse über das tägliche Leben dieser Militärkolonien in den ersten Jahrhunderten um Christi Geburt, über die Verpflegung, Löhnung und Bewaffnung der Soldaten, den optischen Telegraphendienst, die Postverwaltung — eine Ergänzung nach der realen Seite zu

dem Bilde, das Dichter einer späteren Zeit von den Mühsalen und Gefahren der Grenzwacht gegen die Barbaren des Westens entwerfen. Die Masse der späteren chinesischen Manuskripte scheint sich aus Werken des buddhistischen Kanons und geschäftlichen Dokumenten zusammenzusetzen. Daß sich aber auch unter sie gelegentlich ein Fremdling verirrt hat, zeigt eine Publikation, die vor fünf Jahren in Peking unter dem Titel »verlorene Bücher der Steinkammer von Tun-huang« erschien. Sie enthält einen manichäischen Traktat und ist ein erfreuliches Zeichen auch dafür, daß China gewillt ist, die ihm anvertrauten Schätze nicht nur zu hüten, sondern auch nutzbar zu machen.

Wenn ich von den Funden, die mich am nächsten angehen, zuletzt spreche, so geschieht es nur aus einer Art Höflichkeit, über deren Berechtigung sich vielleicht streiten läßt. An Bedeutung stehen die Handschriften in indischen Sprachen jedenfalls nicht hinter denen irgendeiner anderen Gruppe zurück. Historisches Interesse besitzen vor allem die Dokumente auf Leder und Holz, die Stein am Niyaflusse gefunden hat. Sie enthalten nach den von Rapson und Boyer veröffentlichten Proben zu urteilen, Verfügungen und Berichte der Lokalbehörden, Vorladungen, Haftbefehle, offizielle und private Korrespondenzen, alles in Kharoṣṭhī geschrieben und in einem Prakritdialekte abgefaßt. Eigenartig ist die Form der Holzbriefe. Zwei Täfelchen, bisweilen rechteckig, öfter aber keilförmig, sind mit den Seiten, die die Schrift tragen, genau aneinandergelegt und durch einen Faden, der durch Löcher in den Täfelchen geht, verschnürt und mit einem Tonsiegel verschlossen, höchstwahrscheinlich eine auf China zurückgehende Erfindung. Die Zeit der Prakritdokumente wird durch chinesische Holztafeln bestimmt, die mit ihnen vermischt waren und von denen eine aus dem Jahre 269 n. Chr. datiert ist. Im 3. Jahrhundert saßen also in Khotan Inder, der Sprache und Schrift nach aus Gandhāra stammend, vermischt mit einer chinesischen Bevölkerung. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß ein historisches Faktum der Sage zugrunde liegt, wonach Khotan in den Tagen des Aśoka von chinesischen Kolonisten unter Führung eines verbannten Sohnes des Kaisers besiedelt wurde und von den Bewohnern von Takṣaśilā, die der indische König, ergrimmt über die Blendung seines Sohnes Kunāla, die sie nicht gehindert hatten, in die Wüste im Norden der Schneeberge zu führen befahl. In den Kreisen dieser indischen Kolonisten ist sicherlich auch das Kharoṣṭhī-Manuskript des Dhammapada entstanden, das den Namen Dutreuil de Rhins' trägt. Es ist meines Erachtens keineswegs eine für den Privatgebrauch angefertigte Anthologie, sondern der Rest einer besonderen Überlieferung des Buddhawortes, der bisher freilich der einzige seiner Art geblieben ist.

Unendlich vermehrt haben sich dagegen seit der Zeit, da Pischel die ersten Blätter eines Blockdruckes des Saṃyuktāgama entdeckte, die Reste der kanonischen Literatur in Sanskrit. Was bisher aus Vinaya und Dharma von Pischel, Lévi, Finot und de la Vallée Poussin herausgegeben wurde, ist nur ein kleiner Teil von dem, was gerettet worden ist. Von dem Udānavarga, der allerdings das beliebteste Buch gewesen zu sein scheint, enthält allein die Berliner Sammlung weit über 500 Blätter und Bruchstücke von Blättern, die aus etwa 100 verschiedenen Handschriften stammen, so daß der Text nahezu vollständig herzustellen ist. Pischel erkannte, daß diese Reste dem im Original verlorenen Kanon der Schule der Sarvāstivādins angehörten. Er bemerkte auch schon, daß die Sanskrittexte nicht Übersetzungen des Pali-Kanons seien, des einzigen Kanons, der uns vollständig erhalten ist. Eingehendere Untersuchungen haben gezeigt, daß beide, der Sanskrit- wie der Pali-Kanon, auf eine gemeinsame Quelle zurückgehen, die, wie Übersetzungsfehler beweisen, in dem östlichen Dialekt abgefaßt war, der in der Gegend von Buddhas Wirksamkeit als Umgangssprache gesprochen wurde. Das ist ein Ergebnis, das für die Geschichte des Buddhismus von einschneidender Bedeutung ist. Wir sind jetzt in den Stand gesetzt, aus den Trümmern der Überlieferung den Kanon wieder zusammenzufügen, der in den ersten vorchristlichen Jahrhunderten in Magadha bestand. Damit ist freilich das urspüngliche Wort Gautamas noch nicht gewonnen; was der Buddha selbst gelehrt, wird stets ein Gegenstand der Spekulation bleiben, wenn ich auch nicht glaube, daß wir das Recht haben, schon jetzt resigniert unser ignorabimus zu bekennen. Was aber die Kirche von ihm lehrte in einer Zeit, in die keine direkte Urkunde zurückreicht, das ist jetzt durch die turkistanischen Funde in unsere Hand gegeben.

Und noch ein zweites Gebiet ist uns jetzt in ganz anderer Weise zugänglich geworden als bisher, das der vorklassischen Sanskritdichtung. Vor dreißig Jahren schien das Kāvya mit Kālidāsa zu beginnen, den man ins 6. Jahrhundert versetzte. Davor schienen Jahrhunderte völliger Unfruchtbarkeit zu liegen, und Max Müller prägte das Schlagwort von der Sanskrit-Renaissance. Jetzt kann es als sicher gelten, daß Kālidāsa am Anfang des 5. Jahrhunderts lebte, daß sein Name den Gipfelpunkt der höfischen Kunstdichtung bezeichnet, und daß ihr ein Frühling vorausging, herber, aber auch kräftiger und abendländischem Empfinden bisweilen sogar mehr zusagend als die Zeit, da sich die ganze, seltsam schimmernde Blütenpracht östlicher Rede entfaltete. Inschriften und ein paar glückliche Funde in Indien selbst haben uns die erste Kunde jener Frühzeit gebracht; Turkistan lehrt uns jetzt einen ungeahnten Reichtum an Hymnen, Epen, Novellen

und Anthologien kennen, die wahrscheinlich größtenteils dieser Periode angehören. Die Stoffe sind stets religiös, aber die Form ist die des weltlichen Kāvya. Das unterscheidet diese Dichtung von der altbuddhistischen. Die alte Kirche stand der Dichtung durchaus nicht feindlich gegenüber. Man machte sich die volkstümliche Gāthāpoesie zu eigen, indem man ihr ein buddhistisches Mäntelchen umhängte. Aber es erklingen daneben auch neue Töne. Gerade die ersten Zeiten tiefinnerer religiöser Erregung haben große Dichter erstehen lassen, die allerdings noch nicht den Ehrgeiz besaßen, ihre Namen der Nachwelt zu übermitteln. Manche der Strophen, die sie dem Meister selbst oder seinen Jüngern in den Mund legen, gehören zu dem Schönsten, was die Literatur aller Zeiten hervorgebracht hat. Aber erst als man an Stelle der Volkssprachen das Sanskrit zur Kirchensprache gemacht hatte, zweifellos um der Lehre eine weitere Verbreitung zu sichern, erst da kam man dazu, nach den Regeln höfischen Sanges zu dichten. Wie sehr sich unter dem Einflusse dieser Kunstdichtung allmählich das Ohr selbst der Mönche in den turkistanischen Klöstern verfeinerte, zeigen unsere Handschriften. Unablässig hat man an den alten, vielfach noch unbeholfenen Übersetzungen der kanonischen Werke herumgebessert, um den Text in Sprache und Metrik mit den strengeren Anforderungen einer späteren Zeit in Einklang zu bringen.

Zwei Namen aus jener Frühzeit nennt das Mittelalter mit ehrfürchtiger Bewunderung, Mātṛceta und Aśvaghoṣa. Beide gehören, wie es scheint, dem Anfang des 2. Jahrhunderts an. Mātṛcetas Ruhm gründet sich auf seine beiden Buddhahymnen, die nach I-Tsing im 7. Jahrhundert jeder Mönch in Indien, einerlei ob Anhänger des Hīnayāna oder des Mahāyāna, zu rezitieren wußte, und die zu der Legende Anlaß gaben, daß ihr Verfasser schon in einer Vorgeburt als Nachtigall den Buddha mit seinen Liedern erfreut habe. Sie waren bisher nur aus tibetischen und chinesischen Übersetzungen bekannt; aus den Fragmenten der Berliner Sammlung haben sich etwa zwei Drittel des Textes wiederherstellen lassen. Das Werk hat als frühestes Beispiel buddhistischer Sanskritlyrik bedeutenden literargeschichtlichen Wert, wenn uns auch der Enthusiasmus, mit dem I-Tsing von ihm spricht, nicht recht verständlich wird. Dogmatische Korrektheit wird uns kaum für die Monotonie entschädigen, mit der hier Beiwort auf Beiwort gehäuft wird; auch die Alaṃkāras, die den eigentlichen Schmuck des Kāvya ausmachen, sind nur spärlich verwendet. Unvergleichlich höher als Dichter steht jedenfalls Aśvaghoṣa. Von seinen im Original erhaltenen Epen, dem Buddhacarita und dem Saundarananda, liegen Bruchstücke auch aus Turkistan vor. Nur hier haben sich Reste seines aus dem Chinesischen bekannten Sūtrālaṃkāra erhalten, Palmblätter, zerfetzt

und zerstoßen, aber doch genug, um eine Idee des Stiles dieser Novellensammlung zu geben. Zu diesen gesellte sich ein ganz unerwarteter Fund, Reste von Dramen, von denen wenigstens eins im Kolophon ausdrücklich als sein Werk bezeichnet wird. Von den beiden Palmblatthandschriften, die sie enthalten, ist die eine ein in Zentralasien angefertigtes Palimpsest; die andere ist vielleicht noch zu Lebzeiten des Dichters im nördlichen Indien geschrieben, die älteste Brāhmīhandschrift, die wir kennen. Ein Blatt stammt aus einer dramatischen Allegorie; die Weisheit, die Standhaftigkeit und der Ruhm unterhalten sich über die Vorzüge des Buddha; vielleicht war das nur ein Vor- oder Zwischenspiel. Derbe Komik lassen die Fragmente des Dramas erkennen, in dem eine Hetäre die Hauptrolle zu spielen scheint. Das sicher von Aśvaghoṣa herrührende Drama behandelt die Geschichte der beiden Hauptjünger des Meisters, des Śāriputra und des Maudgalyāyana, bis zu ihrer Bekehrung. Zur Beurteilung der Individualität des Dramatikers Aśvaghoṣa reichen die Bruchstücke nicht aus, wohl aber gestatten sie wichtige Schlüsse für die allgemeine Geschichte des indischen Schauspiels. Wir finden hier, von unbedeutenden Abweichungen abgesehen, dieselben Formen wie in der klassischen Zeit. Die Rede ist in Prosa mit Versen untermischt; die Frauen und niederen Personen sprechen Prakritdialekte, die hier allerdings auf einer älteren Lautstufe stehen; die komische Person, der Vidūṣaka, ist auch hier schon ein ewig Hunger leidender Brahmane in der Begleitung des Helden, und die Art seiner Späße ist dieselbe wie in der Śakuntalā. Das alles zeigt, daß das indische Drama am Ende des 1. Jahrhunderts n. Chr. schon vollkommen in seiner Eigenart ausgebildet war. Die von Gaṇapati Śāstri in Südindien aufgefundenen Dramen des Bhāsa, eines Dichters, den Kālidāsa selbst als einen Vorgänger erwähnt, haben das vollauf bestätigt.

Es ist ein buntes Bild, das die turkistanische Forschung uns darbietet, heute noch fast verwirrend in dem flackernden Lichte zufälliger Funde, das die vielen noch vorhandenen Dunkelheiten oft nur um so stärker empfinden läßt. Es wird noch jahrelanger Arbeit bedürfen, ehe wir klarer sehen lernen; wird das Ergebnis der Mühe entsprechen? Viele werden vielleicht mit einem Achselzucken antworten. Weitere Kreise haben kaum ein Verständnis für die Arbeit des Gelehrten, der sich mit den Völkern und Sprachen des südlichen und östlichen Asiens befaßt. Den Sinologen läßt man allenfalls gelten; das Chinesische ist ja »Kolonialsprache«. Der Sanskritist aber gilt ganz besonders als ein stiller Mensch, der in weltenfernen Räumen toten Göttern dient. Aber diese Götter sind nicht tot. Die Erkenntnis, die Gautama Buddha in der heiligen Nacht unter dem Bodhibaume erlangte, ist noch heute

das Credo von Millionen von Menschen, und tausend und abertausend Lippen stammeln noch heute bei Sonnenaufgang das Gebet, das vor Jahrtausenden ein Ṛṣi schaute. Und jene Länder sind nicht mehr fern; nur noch 18 Tagereisen trennen uns von Colombo, in dessen Hafen die Dampfer ausruhen von ihrer Fahrt nach den Enden der Erde. Die Welt ist enger geworden; die Völker Asiens sind uns näher gerückt und werden uns noch viel näher rücken. Ob das zu einer friedlichen Durchdringung führen wird oder zum Kampfe, das weiß heute niemand. Uns aber erwächst jedenfalls die Pflicht, jene alten Kulturen verstehen zu lernen, sie verstehen zu lernen auf dem einzig möglichen Wege historischer Forschung. In der Geschichte dieser Forschung bildet auch die Entdeckung des turkistanischen Altertums und Mittelalters nur ein Kapitel, aber eines der wichtigsten. Wir freuen uns, daß wir zu denen, die die Bedeutung dieser Studien erkannt und hochherzig gefördert haben, auch Seine Majestät den Kaiser zählen dürfen. Sein Eingreifen hat nicht nur die wiederholte Aussendung von Expeditionen ermöglicht; seinem persönlichen Interesse verdanken wir es auch, daß der Akademie jetzt die Mittel zu Gebote stehen, die die wissenschaftliche Bearbeitung der Funde gestatten. So möge dieses Tages Feier ausklingen in ehrerbietigen Dank, mit dem sich der Wunsch verbindet, daß es uns vergönnt sein möge zu beweisen, daß der Ertrag die willig dargebrachten Opfer lohne.

Hierauf berichtete der Vorsitzende über die seit dem Friedrichs-Tage 1913 (23. Januar) bis heute in der Akademie eingetretenen Personalveränderungen der Mitglieder, wobei er auch eines verdienten Mitarbeiters, des am 23. Januar 1914 verstorbenen Leiters des Rheinischen Wörterbuches Prof. Johann Franck in Bonn gedachte.

Die Akademie verlor durch den Tod das ordentliche Mitglied der philosophisch-historischen Classe Erich Schmidt; das Ehrenmitglied Earl of Crawford and Balcarres in Haigh Hall, Wigan; die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe Heinrich Weber in Strassburg, Hubert Ludwig in Bonn, Heinrich Rosenbusch in Heidelberg und Sir David Gill in London und das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Friedrich Leo in Göttingen.

Neu gewählt wurden zum ordentlichen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Albert Einstein; zum ordentlichen Mitglied der philosophisch-historischen Classe Georg Loeschcke; zu correspondirenden Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe Edmund B. Wilson in New York, Karl Freiherr Auer von Welsbach auf Schloss Welsbach

(Kärnten), Ernest Solvay in Brüssel, David Hilbert in Göttingen und Felix Klein in Göttingen und zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe Sir James Murray in Oxford und Franz Ehrle in Rom.

Sodann verkündete der Vorsitzende die Allerhöchst genehmigte Verleihung des Verdunpreises im Betrage von eintausend Talern Gold nebst der goldenen Denkmünze auf den Vertrag von Verdun an den zweiten Direktor der Königlichen Staatsarchive Geheimen Archivrat Professor Dr. Bailleu in Charlottenburg für dessen Werk »Königin Luise« und schloß mit folgendem: »Indem ich namens der Akademie Herrn Bailleu zu dieser Ehrung beglückwünsche, beende ich die letzte Festsitzung in diesem Hause mit den Worten, die Se. Majestät, unser erhabener Protektor, bei Gelegenheit der Friedrichs-Feier vor zwei Jahren im Weißen Saale des Königlichen Schlosses an die Akademie richtete: ‚Die Akademie wird, so vertraue ich, den großen und freien Geist, in dem ihr zweiter Begründer in ihr und auf sie gewirkt hat, in ihrer Mitte stets lebendig halten, zum Segen der Wissenschaft und zum Heile des Vaterlandes!‘ Das königliche Vertrauen geleite uns in unser neues Heim an der historisch gewordenen Stätte; die Akademie wird stets ihre höchste Ehre darin finden, es zu rechtfertigen und sich zu bewahren!«

An den vorstehenden Bericht über den Verlauf der Festsitzung werden die vorgeschriebenen Berichte über die Tätigkeit der Akademie und der bei ihr bestehenden Stiftungen angefügt:

Sammlung der griechischen Inschriften.

Bericht des Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff.

Wenn die Akademie von ihren zahlreichen Unternehmungen zuerst über die Sammlung der griechischen Inschriften einen rückblickenden und ausblickenden Bericht geben läßt, so geschieht das nicht, weil zufällig in dem letzten Jahre drei Teile der Sammlung (V 1 Lakonien und Messenien, bearbeitet von W. Kolbe, V 2 Arkadien, von Frhrn. Hiller von Gaertringen, II 1 edit. min. von Joh. Kirchner) erschienen sind, ein vierter (XI [Delos] 4 von P. Roussel) zur Ausgabe bereitsteht; denn das wird vielleicht nie wieder eintreten, aber es ist doch nur Zufall. Aber die Inschriftsammlung ist es, die die Akademie

vor 99 Jahren als erste in Angriff genommen hat, weil sie erkannte und aussprach, daß »ihr Hauptzweck wäre, Unternehmungen zu machen und Arbeiten zu leisten, welche kein einzelner leisten kann«[1]. So steht in ihrem Antrage an die Regierung vom 14. März 1815, und das Ministerium trug, obwohl das Heer gerade von neuem gegen Napoleon marschierte, kein Bedenken, die geforderte Gesamtsumme von 6000 Talern zu bewilligen[2]. Dankbar können wir bezeugen, daß wir durch das ganze Jahrhundert nie einen vergeblichen Wunsch an die Staatsregierung gerichtet haben. Der schöpferische Gedanke kam von Niebuhr, und er lieferte auch den Plan zur Ausarbeitung[3]. Bewunderungswert ist seine Kühnheit: wollte er doch nicht nur die griechischen und lateinischen, sondern auch die etruskischen, iberischen, punischen, palmyrenischen Inschriften einbeziehen. Bewunderungswert ist aber auch die Einsicht: wir tun jetzt auch in dem, was als Neuerung erscheint, nichts anderes, als was Niebuhr vor hundert Jahren verlangte. Leider konnte die Leitung nicht in seine Hände gelegt werden, und August Böckh, der sie übernahm, war zwar ein großer Gelehrter, aber kein Organisator. Gewiß hat er in den zwei Bänden, die er selbst bearbeitet hat, Großes geleistet, auch in der Herstellung der Texte aus unzureichenden Abschriften; aber Neigung und Begabung zogen ihn zur Verwertung der Inschriften, nicht zu der Sicherstellung des Textes. Daß er auf diesem Gebiete für die Grundsätze der Methode blind war, zeigt der Widerstand, den er Mommsens Berufung an die Spitze des lateinischen Corpus entgegengesetzt hat. So verlor er denn bald nach Vollendung des ersten Bandes (1828) die Lust, und zog es vor, die neuen attischen Inschriften, die ihm L. Ross in trefflichen Abschriften schickte, mit seinen meisterhaften Erläuterungen

---

[1] Harnack, Gesch. d. Akademie II Nr. 195. Daß der erste Gedanke von Niebuhr stammt, hat Hr. Harnack bereits erkannt. Die Exzerpierung der Literatur sollte von einer Kommission von Akademikern geleistet werden, die Ausarbeitung fiel Böckh zu, der erst kürzlich in die Akademie berufen war. Er ist mit Feuereifer bei der Sache, ebenso Buttmann. Bekker hat aus Paris das wertvollste Material, Fourmonts Abschriften und anderes, beigesteuert. Zur Kommission gehörte noch Schleiermacher, der also auch zur Mitarbeit bereit war.

[2] Die Arbeit war auf vier Jahre berechnet. Im Jahre 1842, als Band II fast fertig war, wird die Gesamtausgabe auf 18049 Taler berechnet.

[3] Harnack, Gesch. d. Akademie II Nr. 196. Schon ist die Anordnung der Steine, die Anlage der einzelnen Nummer, das Format (Groß-Quart, nicht Folio), die Publikation in gewöhnlicher Kursive, Unzialen nur in den kritischen Noten u. a. vorgesehen, die Bereisung Griechenlands geplant; 1835 wird dagegen eine Anregung Bunsens ähnlicher Art abgelehnt. Den Diplomaten Niebuhr merkt man in der Empfehlung, sofort bestimmte Männer des Auslandes, die nützen konnten, zu Ehrenmitgliedern oder Korrespondenten zu ernennen, was auch geschieht. Beiläufig, in dem Abdruck S. 382 unter 2 ist der Name Mustoxides falsch gedruckt.

an anderem Orte zu veröffentlichen[1]. Unterdessen schleppte sich das Corpus mühsam hin und erhielt äußerlich einen Abschluß 1859; die 1834 begonnenen, trotz allem unzureichenden Indices erschienen gar erst 1877. Mittlerweile hatte sich vor allem dank der Befreiung Griechenlands die Zahl der Steine verzehnfacht. Nachträge waren von Anfang an vorgesehen; aber das war ganz undurchführbar geworden[2]. So tat denn Adolf Kirchhoff, als er an die Spitze der Unternehmung trat, den einzig richtigen Schritt, zunächst alle Kraft auf die attischen Inschriften zu konzentrieren, und da ließ sich das Richtige ganz tun, da Ulrich Köhler dank dem Entgegenkommen der Regierung bereits bei der preußischen Gesandtschaft angestellt war, tatsächlich für die Inschriften. Seine Arbeit vor den Steinen hat das Material ziemlich allein für das ganze Corpus Atticum geliefert, mehr als die Hälfte hat er selbst bearbeitet. Notwendig war noch eine Vorbedingung, aber auch sie war nun vorhanden, das Entgegenkommen der griechischen Regierung und der griechischen Gelehrten, von denen wenigstens die herzgewinnende echthellenische Gelehrtengestalt von Stephanos Kumanudes genannt sei. Aber allgemein bis auf den heutigen Tag haben wir in Griechenland, seit es dort wieder Gelehrte gibt, was der Nationalist Pittakis nicht war, das vollste Verständnis und immer mehr auch mittätige Beihilfe gefunden. Das attische Corpus, 1888 vollendet, ist umfangreicher als das Corpus Inscriptionum Graecarum. Neben Athen sorgte Kirchhoff für die Inschriften in archaischer Schrift; hatte er doch die Grundlinien der Schriftgeschichte in seinen Untersuchungen über das griechische Alphabet selbst gezogen, übrigens in Ausführung eines alten Böckhschen Planes[3]. Die von H. Röhl bearbeiteten Inscriptiones antiquissimae (1882) sind ebenfalls eine Erneuerung eines Abschnittes von Böckhs Corpus. Weiter ist Kirchhoff aus eigner Initiative nicht gegangen, sondern hat nur dem, was von außen an ihn herantrat, Raum gegeben.

Solche Anregung kam sofort durch Th. Mommsen, der schon 1873 in G. Kaibel einen Bearbeiter für die Inschriften Siziliens und Italiens gewann und für diesen Band in dauernder Mitarbeit alles getan hat,

---

[1] Daraus sind die Seeurkunden erwachsen, wohl für alle Zeiten das vollkommenste Beispiel der erschöpfenden Erläuterung eines neuen Dokumentes, ferner der zweite Band der Staatshaushaltung und einige akademische Abhandlungen. Auch die Mondzyklen und die epigraphisch-chronologischen Studien gehören dahin.

[2] Trotzdem erhielt A. Kirchhoff nach dem Abschlusse von CIG IV den Auftrag, Auszüge für die Nachträge zu machen, die niemals benutzt sind, vgl. Gedächtnisrede auf Kirchhoff, Abhandl. 1908, S. 8.

[3] Böckh hatte von Anfang an eine *Commentatio palaeographica* vorgesehen, von der noch bei dem Abschluß des vierten Bandes die Rede ist.

als gehörte er zu seinem Corpus. So hat ihn KAIBEL auch angesehen. MOMMSEN hatte schon 1852 eine Kritik der unzureichenden Methode, die dem dritten Bande des Corpus zahlreiche Fälschungen zugeführt hatte, mit den Worten begonnen: »Die Trennung der auf uns gekommenen Inschriften ist vielleicht ein notwendiges, aber gewiß ein Übel[1].« Es ist zu bedauern, daß er das Übel als notwendig hat gelten lassen. Denn in allen Provinzen des Okzidents wäre es ein leichtes gewesen, die wenigen griechischen Steine mit den lateinischen zu geben; nur Sizilien und Großgriechenland stehen als althellenische Gebiete anders, aber auch da würde der geschichtliche Prozeß der Romanisierung erst in einem griechisch-lateinischen Corpus deutlich werden. Roms Inschriften würden allerdings einen Bearbeiter verlangen, der sowohl von den lateinischen wie den griechischen etwas Ordentliches verstünde; aber der würde sich am Ende finden. Der Charakter der Welthauptstadt bedingte nun einmal die Zweisprachigkeit, und sie sollte durch das moderne Spezialistentum nicht verdunkelt werden[2]. In den griechischen Bänden werden jetzt wenigstens die lateinischen Inschriften desselben Fundorts reproduziert.

MOMMSEN ist es auch gewesen, der es durchsetzte, daß die Akademie die Inschriften der Inseln in einem Corpus zu sammeln unternahm, als Frhr. HILLER VON GAERTRINGEN sich erbot, seine Arbeit und die Ergebnisse seiner aus eigner Initiative unternommenen Reisen in den Dienst der Akademie zu stellen.

W. DITTENBERGER hat ein Corpus der nordgriechischen Inschriften unternommen, das noch die der Küsten des Pontus umfassen sollte. So ist schon im Jahresberichte von 1883 angekündigt. Vollendet hat er nur zwei Teile, die Hellas bis an den Golf von Ambrakia und die Thermopylen umfassen, der zweite leider ohne Index. Diese Unterlassung kann erst mit den Nachträgen zu dem Bande geliefert werden. Denn die Einmischung des fremden Sprachstoffes, schon der Namen, durfte unmöglich den Index des thessalischen Bandes um ein gutes

[1] Epigraphische Analekten 23, Ges. Schr. VIII, 168.

[2] MOMMSENS Entscheidung war insofern berechtigt, als er die lateinischen Inschriften des griechischen Ostens nicht preisgeben konnte: sie würden sonst noch heute in der Zerstreuung verloren sein. Eigentlich wäre also das richtige gewesen, auf NIEBUHRS ursprünglichen Plan zurückzugreifen. Von den antiken Inschriften in anderen Sprachen, die er mitumfassen wollte, werden die semitischen von der Pariser Akademie gesammelt; für die etruskischen sorgt jetzt die unsere; die iberischen hat EMIL HÜBNER im Anschluß an die lateinischen gesammelt. Hinzugetreten sind die Inschriften der ungriechischen Völker Kleinasiens, die von den Griechen die Schrift übernommen haben; sie fallen der Wiener Akademie zu, und auf ihre Vermehrung ist zu hoffen, denn an der Erschließung dieser Sprachen hängt das Verständnis der vorgriechischen Geschichte und Kultur.

Teil seines Nutzens bringen. Dieser Band, den O. Kern an Stelle Dittenbergers bearbeitet hat, war überhaupt nicht dazu angetan, als Halbband gezählt zu werden. Den Index hat Frhr. von Hiller allerdings anders als alle früheren ausgeführt. Aus den Inschriften lernen wir die hellenistische Sprache; viel sicherer ist ihr Zeugnis als das der ägyptischen privaten Dokumente. Also hat der Index auch das sprachliche Material als solches der Verarbeitung bereitzulegen.

Schließlich begann M. Fränkel ein Corpus der peloponnesischen Inschriften, ward aber durch den Tod verhindert, mehr als den ersten Band zu vollenden.

Eine Sammlung inhaltlich zusammengehöriger Inschriften, die meist auf Blei geschriebenen sogenannten Fluchtafeln, bot R. Wünsch der Akademie an. Das widersprach der geographischen Anordnung, so daß die Sammlung künstlich umgeordnet ist, um als Anhang zu dem attischen Corpus erscheinen zu können. Es wird zu erwägen sein, ob man nicht besser tut, in geeigneten Fällen die Zusammenfassung einer Monumentengattung neben dem notwendig geographisch geordneten Corpus gelten zu lassen. Geboten ist das z. B. für die Stempel der Amphorenhenkel, die nach Analogie der Münzen zu behandeln sind. Jedes Exemplar desselben Stempels an dem Orte, wo es gefunden ist, aufzunehmen und womöglich zu faksimilieren, ist ein offenkundiger Unfug, der denn auch jetzt abgestellt ist. Aber richtig behandelt sind die Dinge schon der Mühe wert.

Als die Akademie den notwendigen Entschluß faßte, die vielen Einzelcorpora in eins zusammenzuziehen und das Gebiet abzugrenzen, das sie als ihre Domäne betrachtet, hat sie sich auf Europa beschränkt; nur einige Inseln, die man geographisch zu Asien rechnet, gehören dazu. Sie konnte nicht mehr auf die Erneuerung des alten Corpus Anspruch machen, denn das allerreichste Land, Kleinasien, hatte mittlerweile die Wiener Akademie übernommen und den Grund in umsichtigster Weise gelegt. Da diese Arbeitsteilung zugleich eine Arbeitsgemeinschaft ist, insofern die beiden Unternehmungen einander, wo sie können, behilflich sind, kann sie der Wissenschaft nur nützen. Allerdings sind bisher nur die Inschriften in lykischer Sprache erschienen; allein ausführliche Reiseberichte säumen nicht, die wichtigsten Ergebnisse mitzuteilen. Auch daß die École française die christlichen Inschriften übernommen hat, ist eine willkommene Entlastung. Die Inschriften Südrußlands, die von Dittenbergers Ankündigung her zu denen der Balkanhalbinsel gerechnet werden[1], sind von B. Latyschew

[1] Für die Erhaltung der Inschriften Bulgariens wird seit der Begründung der Selbständigkeit des Landes in höchst anerkennenswerter Weise gesorgt. Die Bestände der Museen sind im Auftrage der Wiener Akademie 1906 von E. Kalinka herausge-

bereits einmal herausgegeben, und eine neue Bearbeitung ist uns im letzten Jahre angekündigt, so daß wir hier einer Sorge ledig sind. Nach einer anderen Seite hat unser Plan eine Erweiterung erfahren. Die Inschriften von Kypros sollen im Rahmen unserer Sammlung und mit unserer Unterstützung von der Leipziger Gesellschaft der Wissenschaften herausgegeben werden. Da ein früher Tod den Bearbeiter, Hrn. Richard Meister, aus rüstigem Schaffen abberufen hat, wird sein Sohn, Dr. Ludwig Meister, das Werk vollenden und gedenkt in diesem Jahre die Insel zu bereisen.

Noch weit wichtiger ist unsere nahe Arbeitsgemeinschaft mit der Pariser *Académie des inscriptions*. Schon 1899 trat diese mit dem Wunsche an uns heran, die Inschriften von Delphi und Delos im Rahmen unserer Sammlung herauszugeben, worauf wir mit Freuden eingingen. Daß die glücklichen Finder das Vorrecht auf die Verarbeitung ihrer Schätze hatten, war ja selbstverständlich. Die delphischen Inschriften erscheinen allerdings zunächst in dem großen Gesamtwerk der *Fouilles de Delphes*[1]; aber erneute Verhandlungen über Delos haben den Erfolg gehabt, daß bereits zwei Hefte vollendet sind, der Druck des dritten begonnen hat. Das Zusammenarbeiten mit allen beteiligten Gelehrten hat sich so gestaltet, daß es für uns, und hoffentlich nicht nur für uns, eine reine Freude ist.

Dies Zusammenarbeiten, und überhaupt noch mehr die Qualität als die Quantität unserer Publikationen, wäre unerreichbar, wenn uns nicht der Staat, ebenso wie für die lateinischen Inschriften, einen wissenschaftlichen Beamten der Akademie gewährt hätte. Nun ist zur Regel geworden, daß diesem von jedem erhaltenen Steine ein Abklatsch vorliegen muß, so daß mindestens noch ein erfahrener Epigraphiker die Grundlage der Lesung und Ergänzung prüfen kann. Daß der Leiter des Unternehmens jeden Bogen mitliest und, wo es nützlich scheint, den Abklatsch ansieht, versteht sich nach dem Vorbilde Mommsens von selbst.

---

geben, so daß diese Aufgabe uns nicht drängt. Makedonien und Epirus haben freilich eine Sammlung sehr nötig; wir hatten auch die Hoffnung, daß ein hervorragender französischer Forscher Makedonien übernähme, aber in den letzten Jahren war die Bereisung unmöglich. Jetzt sind die Grenzen Griechenlands weit nach Norden vorgeschoben, also jede äußere Hemmung beseitigt; aber es ist zu erwarten, daß die Freiheit und die Vereinigung mit dem Vaterlande in den neuen Provinzen auch eine Fülle neuer Entdeckungen hervorrufen wird, wie es in Thessalien und Kreta gegangen ist. Also wird es rätlich sein, etwas zu warten.

[1] Die Bearbeitung der delphischen Inschriften hatte vorher bereits Hr. H. Pomtow energisch in Angriff genommen. Die widerstreitenden Interessen sind in der Art ausgeglichen, daß Hr. Pomtow die bis zum Beginn der französischen Ausgrabungen bekannten Texte bearbeiten sollte. Sein umfangreiches und äußerst sorgfältig gearbeitetes Manuskript ward 1905 der Pariser Akademie übergeben.

Diese Abklatsche verbleiben unserm Archiv, das nun schon viele Schränke füllt, obwohl es eigentlich erst vor zwölf Jahren gegründet ist. Zuwendungen von vielen Seiten des In- und Auslandes haben es gemehrt, und wir wünschen dringend, daß das noch in höherem Grade geschehen möge. Das Interesse der Wissenschaft liegt zutage; denn die Akademie wird diesen Besitz immer leicht zugänglich halten, so daß die Kontrolle der Lesungen dauernd möglich ist, selbst wenn die Steine zugrunde gehen sollten. Die Vereinigung der Abklatsche an einem Orte darf wohl als ein allgemeines Interesse bezeichnet werden.

Eine besonders schwierige Frage sind die Nachträge. Ulrich Köhler hat einen ganzen Band Supplemente zu dem von ihm bearbeiteten Teile der attischen Inschriften geliefert, allein wider seinen Wunsch, der auf einen Neudruck ging. Wir haben uns trotz der nun schwereren Bedenken entschlossen, doch noch zu tun, was die Einsicht des besten Kenners verlangte. Der erste Band mit den Staatsurkunden von 404—229 ist erschienen; von der Fortsetzung ist schon viel gedruckt. Diese Editio minor soll die ältere Ausgabe nicht entbehrlich machen, aber es wird sie wohl nur noch der Epigraphiker zu Rate ziehen müssen. Der Leser wird alles finden, was er braucht. Leider wird er noch mehr finden, denn abgesehen von zahlreichen praktisch wertlosen Bruchstücken enthalten viele Nummern außer Namen und Daten immer wieder dieselben stereotypen Formeln. Das gilt ebenso von den delischen Psephismen, und die Herausgeber haben sich natürlich selbst über die Tatsache nicht getäuscht. Zur Zeit regiert eben noch das Prinzip der absoluten Vollständigkeit. Hier ist ein Punkt, wo die Zukunft, eine gar nicht ferne Zukunft, vereinfachen muß. Sie muß an der Behandlung der Urkunden aus modernen Archiven lernen. Gewiß soll jeder beschriebene Stein in das Museum kommen und sein Abklatsch in das Archiv; oft genug haben sich unverständliche Fragmente zu einem wertvollen Ganzen zusammengefunden. Aber ob ein Text die Publikation, die vollständige Publikation, gar die wiederholte Publikation verdient, das muß einer ernsthaften Überlegung, prinzipiell und dann in jedem einzelnen Falle, unterzogen werden. So wenig wie jeder Papyrusfetzen hat jeder Steinbrocken ein Anrecht darauf, mindestens einmal publiziert zu werden, auch wohl mehrfach, während doch niemand etwas daraus lernt.

Als unsere französischen Kollegen mit uns verhandelten, erhoben sie die Forderung, daß die Inschriften nur in den gewöhnlichen Typen gedruckt würden. Die Menge des Materials hatte eben die HH. Wescher und Foucart schon vor fünfzig Jahren in den *Inscriptions de Delphes* zu dieser Praxis geführt. Unseren Museen ist es mit ihren Schätzen von Magnesia, Priene und Milet ebenso ergangen. Nur den ganz Un-

erfahrenen erscheint der Druck in Majuskeln, oder wie die Franzosen sagen, *caractères épigraphiques* ein verläßliches Bild des Steines zu geben. Die Meinung ist freilich sehr verbreitet. Vielfach finden unsere Knaben in der Anabasis eine Weihinschrift des Xenophon in großen Buchstaben ohne Akzente gedruckt, weil's eine Inschrift ist, gleich als ob er die Anabasis mit anderen Buchstaben und mehr Akzenten geschrieben hätte. Wir bemühen uns jetzt, dem französischen Vorbilde zu folgen oder auch dem, was Niebuhr und I. Bekker verlangt hatten. Böckh hatte freilich auch recht, es anders zu machen, als ihm nur solche Kopien vorlagen, die er reproduzierte. Heute kann und soll nach dem Abklatsch greifen, wer die Lesung berichtigen will. Wo auch für den Leser die Umschrift nicht ausreicht, muß eine Photographie oder ein Faksimile gegeben werden. Übrigens erlebt man, daß die Herausgeber zwar die wichtigsten Staatsurkunden gern in Umschrift geben, aber bei einem gleichgültigen Grabstein den Namen einmal mit großen und einmal mit kleinen Buchstaben schreiben. Haben aber gar zwei ungezogene Jungen im Gymnasium ihre Namen durcheinander auf die Wand gekritzelt, so verlangt die Akribie, daß ein Faksimile die authentischen Schriftzüge festhält. Das Ziel der Recensio ist dasselbe, ob Homer oder Bakchylides, Philodem oder eine ägyptische Steuerquittung oder eine Steinschrift publiziert wird, und es befreit das Urteil, wenn man vergleicht, wie man hier und da das Ziel zu erreichen strebt. Bequemer ist gewiß, sich, ohne selbst zu denken, auf ein Prinzip zu stützen; aber eine akademische Publikation ist verpflichtet, das Prinzip festzustellen, und dabei soll sie außer dem Verhältnis zwischen dem Wünschenswerten und dem Erreichbaren auch den Wert der Objekte berücksichtigen, und an die Kosten, auch die des Publikums, soll sie nicht zuletzt denken. Wir müssen es leider selbst bekennen: die Inscriptiones Graecae sind zu teuer.

Eine große Zahl von Inschriften sind eigentlich Aufschriften[1], wie sie schon Niebuhr genannt hat, also ein integrierendes, aber doch nur ein Beiwerk eines Monumentes, dürfen also eigentlich nur mit diesem behandelt werden. Das kann der Epigraphiker nicht, und die Inschriftsammlung ist dafür nicht der Platz, ganz abgesehen von den Kosten. Da hat die Archäologie den Vortritt. Wir sind tatsächlich außerstande, die archaischen Inschriften der Burg von Athen zu edieren, so nötig sie es haben, solange die Monumente nicht hergestellt sind; mit Eleusis

[1] Die Inschriften auf dem bemalten Tongeschirr lassen wir jetzt ganz beiseite, selbst die eingeritzten, die doch gleicher Art sind wie die Graffiti auf Stein. Wir können kaum anders; der Versuch, der im vierten Bande des CIG gemacht ist, war ein Mißerfolg. Dafür hat sich die Dialektforschung dieser wichtigen sprachlichen Zeugnisse angenommen und auch die Münzlegenden berücksichtigt.

steht es ähnlich. Wir müssen also dringend wünschen, daß die Archäologie hier ebenso vorgehe, wie Hr. Conze für die Grabsteine gesorgt hat, damit wir die Texte lediglich als solche in die Reihe stellen können, wie es z. B. mit den olympischen Unterschriften der Siegerstatuen möglich ist. Die Epigraphik wird ihre Hilfe, soweit das nötig ist, nicht versagen.

Nach einer anderen Richtung ist das, was die Inschriftsammlung bietet, erweitert worden. Unsere Reisenden haben ihre Aufmerksamkeit auch dem Lande, allen Resten des Altertums, der Topographie zugewandt[1]. Wir geben, soweit es angeht, Karten bei, und wir suchen in Einleitungen zu vereinigen, was es über die einzelnen Orte an sonstiger Überlieferung gibt, suchen auch für die Geschichte wenigstens das Nötigste dem Leser bequem darzubieten. Auch das kann nicht schematisch behandelt werden. Die Geschichte Spartas gehört nicht in das Corpus; über Amorgos oder Samothrake sollte sich, meinen wir, der Leser hier hinreichend unterrichten können; wir meinen, daß er es bei uns kann, und halten es für einen Vorzug, daß in Arkadien auch die Orte behandelt sind, die noch keinen beschriebenen Stein ans Licht gebracht haben. Wir geben uns Mühe, unsere Aufgabe nicht von dem Standpunkte einer Spezialdisziplin, sondern von dem der allgemeinen historischen Wissenschaft anzusehen und anzugreifen. Wieweit es gelingt, wird die Zukunft entscheiden; von einer Wirkung auf die Gegenwart spüren wir wenig, aber uns erhält den Mut das Bewußtsein, daß wir uns in den Bahnen bewegen, die Niebuhr wie der historischen Wissenschaft überhaupt, so auch unserem Unternehmen gewiesen hat.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Die im Herbst vorigen Jahres von Hrn. Bang begonnene Drucklegung des Auktariums zu Band VI hat durch eine im letzten Frühjahr zur Aufnahme und Nachvergleichung der neuesten inschriftlichen Funde unternommene Reise des Bearbeiters nach Rom eine längere Unter-

[1] Mehr als einmal haben sie so künftigen Ausgrabungen die günstigen Plätze bezeichnet. So hat die École française eben in dem arkadischen Orchomenos mit schönstem Erfolge gegraben, weil Frhr. von Hiller gelegentlich seiner Bereisung Arkadiens einen Stadtplan hatte aufnehmen lassen. Wünschenswert dürfte sein, daß die archäologische Erforschung einer Landschaft zugleich mit der Bereisung zu epigraphischen Zwecken unternommen würde. Denn es ist eine Ausnahme, wenn der Reisende nach beiden Seiten tätig sein kann. Für die Inseln des Thrakischen Meeres haben wir einen solchen Bearbeiter gehabt; die École française hat sofort seine Beobachtungen auf Thasos mit schönem Ergebnis weiterverfolgt.

brechung erfahren. Die über Erwarten reichen Ergebnisse dieser Reise machten eine gründliche Umarbeitung der bereits gesetzten Bogen und des ausgearbeiteten Manuskripts nötig. Zur Zeit ist der Druck bis zu den Kaiserinschriften (einschließlich) gediehen. Hr. Bang hofft ihn im Laufe des Jahres 1915 zum Abschluß zu bringen.

Infolge der im Druck des Auktariums eingetretenen Verzögerung konnte auch der Druck des Namenindex noch nicht, wie es in Aussicht gestellt war, in Angriff genommen werden. Mit diesem wird begonnen werden, sobald die Drucklegung der wichtigeren Abteilungen des Auktariums beendet sein wird.

Hr. Bormann hat auf mehrfachen Reisen die Additamenta zum XI. Band (Mittelitalien) im wesentlichen fertiggestellt; er hat dafür auch die ihm von dem Leiter der Ausgrabungen in Caere, Hrn. Prof. Mengarelli, freundlich zur Verfügung gestellten Tagebücher exzerpieren und die Originale im Palazzo Ruspoli in Cervetri vergleichen können.

Für Band XIII (Gallien-Germanien) hat Hr. Hirschfeld die Nachträge zur Belgica im Satz beendet; für die Nachträge zu Obergermanien hat Hr. Finke das Material auf wiederholten Reisen in Deutschland gesammelt und den Druck derselben begonnen. Wertvolle Unterstützung bei der Aufnahme des Materials verdankt er dem Direktor des Metzer Museums Hrn. Keune. — Die Bearbeitung der Nachträge zu den Helvetischen Inschriften, die sich seinerzeit Hr. Mommsen vorbehalten hatte, hat Hr. Dessau mit Unterstützung von Schweizer Gelehrten, insbesondere des Hrn. Prof. O. Schulthess in Bern und mit Benutzung von Kopien des Hrn. Bohn in Schweizer Museen ausgeführt. — Für das Instrumentum von Gallien und Germanien hat Hr. Bohn infolge des stetigen Zuströmens von neuem Material den Abschluß in diesem Jahr nicht erreichen können. — Die Sammlung der germanischen Ziegel hat Hr. Steiner in Trier so weit gefördert, daß an dem druckfertigen Manuskript nur noch die Ziegel einiger Legionen und kleinerer Truppenteile sowie die Privatziegel fehlen. — Die Fertigstellung der Namenindizes stellt Hr. Szlatolawek für Januar 1914 in Aussicht; die Ausarbeitung der Sachindizes soll sich unmittelbar daran anschließen. — Die sechs Karten von Gallien und Germanien hat Hr. Kretschmer bis auf einige noch aus dem Instrumentum ausstehende Nachträge zum Abschluß gebracht.

Auch im verflossenen Jahr war es Hrn. Dressel nicht möglich, die Bearbeitung der noch ausstehenden Abteilungen des Instrumentum der Stadt Rom (Bd. XV) zu vollenden.

Von der Neubearbeitung des ersten Bandes (Inschriften der Republik) hat Hr. Lommatzsch (Greifswald) den Druck nur bis Bogen 89 fördern können; das Instrumentum befindet sich im Satz; die Nachträge sind druckfertig gemacht, die Indizes noch in Bearbeitung.

Für das von ihm in Gemeinschaft mit Hrn. Cagnat bearbeitete Auktarium zu Band VIII (Afrika) hat Hr. Dessau die Abteilungen Madaura und Thubursicum Numidarum, deren Umfang durch die Ausgrabungen der letzten Jahre außerordentlich gewachsen ist, im Manuskript fertiggestellt; die genaue Kenntnis der neuen Texte wird wiederum großenteils Hrn. Gsell (jetzt in Paris) verdankt. Hr. Dessau hofft den Druck dieser beiden und der wenigen anderen von dem Gebiet der prokonsularischen Provinz Afrika noch restierenden Abteilungen im Laufe des neuen Jahres zu Ende zu führen.

Erschienen ist im 9. Bande der Ephemeris epigraphica, Heft 3, das von Hrn. Haverfield bearbeitete Supplement zu Band VII (Britannia), zugleich mit den Registern zum 9. Bande der Ephemeris, von Hrn. Baaz.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Der Druck der Magistratslisten hat auch in dem vergangenen Jahre noch nicht in Angriff genommen werden können.

Index rei militaris imperii Romani.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Wie Hr. Ritterling (Frankfurt) berichtet, haben die Arbeiten an dem Index im vergangenen Jahre ruhen müssen, da seine Berufsgeschäfte eine wissenschaftliche Betätigung nicht erlaubten.

Politische Korrespondenz Friedrichs des Grossen.

Bericht der HH. von Schmoller und Koser.

Die Drucklegung des 36. Bandes, dessen Manuskript im letzten Bericht als zum größten Teil druckfertig bezeichnet werden konnte, erlitt dadurch eine Verzögerung, daß der Herausgeber Hr. Prof. Dr. Volz im vergangenen Jahre sich für einige Monate unter Verzicht auf seine Remuneration beurlauben ließ, um andere literarische Arbeiten erledigen zu können. Nach Wiederaufnahme seiner Tätigkeit für die Zwecke unserer Publikation hat er den Druck des Manuskripts so weit gefördert, daß nur noch die Register zu setzen sind. Der Band führt bis zum 1. Mai 1775 und somit bis zum Ausgang des Warschauer sogenannten Pazifikationsreichstages (19. April 1773 bis 11. April 1775), durch dessen Beschlüsse die erste Teilung Polens ihre völkerrechtliche Sanktion erhielt.

Griechische Münzwerke.

Bericht des Hrn. Conze.

Für den ersten Band des nordgriechischen Münzwerks hat Hr. Regling die endgültige Redaktion der Nachträge bis Markianopolis geführt und hofft, den Rest so bald fertigzustellen, daß der Druck im laufenden Jahre beginnen kann. Daneben sind die Auszüge aus der laufenden Literatur weiterbesorgt worden.

Die Arbeit an Band II (Thrakien) hat durch die HH. Münzer und Strack nur so weit gefördert werden können, wie andere Obliegenheiten gestatteten.

Vom kleinasiatischen Münzwerke beendete Hr. von Fritze im Frühjahr den Druck der ersten Abteilung der antiken Münzen Mysiens (Adramytien-Kisthene); die Ausgabe erfolgte Anfang Juni. Nach Exzerpierung der Literatur der Jahre 1902–1913 für die Münzen von Mysien und Troas nahm Hr. von Fritze die Herstellung des Druckmanuskripts für die zweite Abteilung des Werks in Angriff und schloß die Vorarbeit über die Chronologie der Silberprägung von Kyzikos ab, deren Veröffentlichung in Nomisma IX bevorsteht. Auch wurde die Untersuchung über die Datierung des autonomen vorkaiserlichen Kupfergeldes von Kyzikos im Manuskript vollendet.

Für den Band Karien will Hr. Kubitschek das Manuskript für die Städte Alabanda bis Bargylia (dem Umfange nach etwa die Hälfte des karischen Festlandes) alsbald so weit druckfertig liefern, daß nur Revisionen auf einer Reise, namentlich nach England, erforderlich wären.

Acta Borussica.

Bericht der HH. von Schmoller, Koser und Hintze.

Im Jahre 1913 sind zwei unserer bewährten Mitarbeiter ausgeschieden:

1. Prof. Dr. Freiherr von Schrötter hat, nachdem er 1911 schon das letzte Heft der Münzbeschreibung fertiggestellt hatte, im März 1913 auch den letzten münzgeschichtlichen Teil (den vierten Band), der die Jahre 1765—1806 umfaßt, abgeschlossen. Die Akademie dankt ihm eine wirklich große wissenschaftliche, allgemein anerkannte Leistung. Ihre Anerkennung drückt sich auch darin aus, daß ihm die akademische Jubiläumskommission die Bearbeitung des preußischen Münzwesens von 1806—1857 als selbständiges Unternehmen übertragen hat.

2. Dr. A. Skalweit, der die Getreidehandelspolitik und Kriegsmagazinverwaltung Preußens bearbeitet, hat im Frühjahr 1913 den Auftrag angenommen, die verwaiste Stelle des Nationalökonomen in

Gießen für ein halbes Jahr zu versehen. Er hat dort so gefallen, daß ihm im Spätsommer das dortige Ordinariat übertragen wurde. Da er das Material für seinen letzten Band (1756—1806) vollständig gesammelt hat, wird er in Gießen diesen abschließen. Wir hoffen, im Laufe von 1—2 Jahren.

Von den uns verbliebenen zwei Mitarbeitern ist zu berichten:

1. daß Dr. Rachel das Manuskript für die brandenburgisch-preußische Handels-, Zoll- und Akzisepolitik unter Friedrich Wilhelm I. (1713—1740) fast druckfertig eingereicht hat. Die akademische Kommission beschloß nach Einsicht in dieses Manuskript, ihm auch die Fortsetzung bis 1786 und 1806 zu übertragen.

2. Dr. Reimann hat in der Bearbeitung der brandenburgisch-preußischen Wollindustrie fortgefahren, im letzten Jahre hauptsächlich die friderizianischen Akten durchgearbeitet.

Neue Kräfte, einerseits für die Fortsetzung der Akten der innern Verwaltung von 1756 an, anderseits für eine Geschichte der preußischen Finanzverwaltung des 18. Jahrhunderts, hofft die Kommission demnächst zu gewinnen.

Kant-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Erdmann.

Von der Abteilung der Werke wird der Schlußband IX voraussichtlich im Laufe dieses Jahres erscheinen. Von dem revidierten Neudruck dieser Abteilung ist Bd. V im letzten Jahr veröffentlicht worden; Bd. VI ist im Druck und wird im Laufe dieses Jahres fertig werden.

Auch von der Abteilung der Briefe ist ein Neudruck notwendig geworden, der Ergänzungen zur ersten Auflage bringen wird; Bd. I ist im Druck und Bd. IV, der Schlußband der Briefe, der bisher fehlte, wird unmittelbar nach Bd. III veröffentlicht werden können.

Von der dritten Abteilung, dem handschriftlichen Nachlaß, ist der zweite Band (Bd. XV der Gesamtausgabe) in zwei Halbbänden ausgegeben worden; Bd. XVI wird gedruckt.

Die letzte Entscheidung über die ursprünglich geplante Ausgabe der Vorlesungen steht noch aus.

Ibn Saad-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Sachau.

Nachdem bisher von dem arabischen Geschichtswerk Ibn Saads 10 Bände erschienen sind, fehlen gegenwärtig zur Vollendung noch ein Teilband, das zweite Viertel der Lebensbeschreibung Muhammeds,

das von seinem Aufenthalt in Medina handelt, und ein Vollband, der die Biographien aller aus der Stadt Basra hervorgegangenen Traditionatoren enthält. Jener wird von Hrn. Prof. Dr. Mittwoch, Berlin, dieser von Hrn. Prof. Dr. Meissner, Breslau, bearbeitet. Beide Bände sind bereits im Druck.

Wörterbuch der ägyptischen Sprache.

Bericht des Hrn. Erman.

Die Ausarbeitung des Manuskriptes wurde von Hrn. Erman und Hrn. Grapow fortgesetzt. Dabei wurde 𓊪 zu Ende geführt, 𓆑 ganz und das umfangreiche 𓅓 nahezu fertiggestellt, anderes vorgearbeitet. Bis 𓅓𓏏 ergaben sich etwa 5387 Wörter (𓄿 235, 𓇋 1344, 𓂝 833, 𓅱 969, 𓃀 485, 𓊪 451, 𓆑 100, 𓅓 bis *mt* 970), die etwa 350000 Zetteln entsprechen. Das provisorische Manuskript umfaßt bis 𓅓𓅓 3217 Seiten.

Verzettelt wurden an älteren Texten: die königlichen Dekrete von Koptos (Hr. Roeder), Inschriften vom Sinai (ders.), aus New York (Miß Ransom), aus Kairo (Hr. Hoffmann), aus Berlin (Hr. Roeder), von Medinet Habu (ders.). — An späten Texten wurden verzettelt: Inschriften aus Philä (Hr. Junker), aus dem Mammisi von Edfu (Hr. Roeder) und von Debod (ders.).

Die Zahl der verzettelten Stellen betrug 1483, die der alphabetisierten Zettel 42094. Im ganzen wurden bisher verzettelt 57884 Stellen, alphabetisiert 1228700 Zettel.

Die Nebenarbeiten wurden von den HH. Hoffmann, Scharff, Wiesmann und Frl. Morgenstern erledigt.

Das Tierreich.

Bericht des Hrn. F. E. Schulze.

Im Berichtsjahre sind im Bureau des »Tierreich« keine Veränderungen eingetreten.

Folgende sechs Lieferungen sind erschienen: Lief. 35. *Turbellaria II. Rhabdocoelida* von Hrn. Prof. von Graff (Graz) 504 Seiten und 394 Abbildungen. Lief. 36. *Pteropoda* von Hrn. J. J. Tesch (Helder) 170 Seiten und 108 Abbildungen. Lief. 37. *Gymnophiona* (*Amphibia aptera*) von Hrn. Dr. Nieden (Berlin) 41 Seiten und 20 Abbildungen. Lief. 38. *Solenogastres* von Hrn. Prof. J. Thiele (Berlin) 67 Seiten und 28 Abbildungen. Lief. 39. *Cumacea* von Hrn. T. R. R. Stebbing (Tunbridge

Wells) 226 Seiten und 137 Abbildungen. Lief. 40. *Salpae II. Cyclomyaria et Pyrosomida* von Hrn. Dr. G. Neumann (Dresden) 47 Seiten und 19 Abbildungen.

Lief. 41. *Proctotrupidae* von Hrn. Prof. J. J. Kieffer ist in Vorbereitung.

Nomenclator animalium generum et subgenerum.

Bericht des Hrn. F. E. Schulze.

Von entscheidender Bedeutung war für den Nomenclator der in diesem Jahre erfolgte Beschluß unserer Akademie, das große Werk in die Reihe ihrer eigenen Unternehmungen aufzunehmen. In die Kommission für den Nomenclator wurden außer dem Herausgeber Hrn. F. E. Schulze die HH. W. Waldeyer und W. Branca gewählt. Am 28. Juni ernannte der vorgeordnete Herr Minister Hrn. Dr. Th. Kuhlgatz, der schon bislang die Geschäfte der Schriftleitung im Auftrage des Herausgebers besorgt hatte, zum Wissenschaftlichen Beamten der Akademie. Damit ist den wiederholten Anträgen auf eine sichere Fundamentierung des Nomenclators in vollem Maße Rechnung getragen, und beim Rückblick auf das Jahr 1913 steht im Vordergrunde das Gefühl lebhaften Dankes für das Wohlwollen und Vertrauen des vorgeordneten Ministeriums und unserer Akademie.

Ministerium und Akademie bewilligten auch in diesem Jahre wieder namhafte Summen im Betrage von 2000 bzw. 3000 Mark. Dazu kamen 2500 Mark als letzte Rate des von der Gesellschaft Naturforschender Freunde, sowie 1000 Mark als zweite Rate des von Hrn. Prof. Dr. Ludwig Darmstädter zu Berlin bewilligten Beitrages. Die Linnean Society of London fügte den während des Jahres 1912 für den Nomenclator gespendeten Summen in diesem Jahre noch über 1100 Mark hinzu. 200 Mark schenkte Hr. Dr. Richard Biedermann-Imhoof zu Eutin. Kleinere Beiträge kamen wiederholt von ungenannter Seite. Diese und die für die nächsten Jahre in sicherer Aussicht stehenden Einkünfte müssen nicht nur die erheblichen laufenden Kosten des ständigen Bureaus decken, sondern auch den Fonds bilden, aus welchem nach und nach die Honorare bestritten werden sollen für die Bearbeitung der einzelnen Tierabteilungen, an welcher über hundert Gelehrte beteiligt sind.

Unsere, schon gegen Ende des Jahres 1912 eingeleitete Umfrage bei den Mitarbeitern ergab, daß sich nach ungefährer Schätzung die Zahl der aufzunehmenden Gattungs- und Untergattungsnamen auf etwa 150000 belaufen wird. Davon sind bis jetzt von den Bearbeitern abgeliefert über 50000, also etwa ein Drittel der gesamten Namen.

Die durch unsere Umfrage für die einzelnen Gruppen erhaltenen Zahlen wurden in die, schon im vorigen Bericht erwähnte, nach dem System geordnete tabellarische Übersicht über die Verteilung des gesamten Stoffes eingetragen und diese Übersicht gedruckt an sämtliche Mitarbeiter zur Orientierung übersandt.

Manuskripte zu 89 größeren und kleineren Gruppen gingen in diesem Jahre ein: die *Dinoflagellaten* und die rezenten *Radiolarien* von Hrn. E. Joergensen (Bergen); die *Xenophyophoren* von Hrn. F. E. Schulze (Berlin); die *Myxosporidien, Microsporidien* und *Sarcosporidien* von Hrn. W. Stempell (Münster); die rezenten und fossilen *Poriferen* von Hrn. G. C. J. Vosmaer (Leyden); die *Siphonophoren* von Hrn. A. G. Mayer (Maplewood, New Jersey); die *Ctenophoren* von Hrn. H. B. Bigelow (Cambridge, U. S. A.); die *Acanthocephalen* von Hrn. A. Porta (Parma); die *Gephyreen* und *Enteropneusten* von Hrn. J. W. Spengel (Gießen); die rezenten *Araneiden* von Hrn. Fr. Dahl (Berlin); die *Eucariden* von Hrn. C. J. With (Kopenhagen); die rezenten *Ixodiden* und *Siphunculaten* von Hrn. L. G. Neumann (Toulouse); die rezenten *Eriophyiden* von Hrn. A. Nalepa (Wien); die rezenten *Rhaphidiiden, Sialiden, Mantispiden, Coniopterygiden, Nemopteriden, Chrysopiden, Hemerobiiden, Dilariden, Osmyliden, Nymphiden, Myrmeleontiden, Panorpaten, Formiciden, Strepsipteren* von Hrn. E. Stitz (Berlin); die rezenten *Geometriden* inkl. *Cyllopodiden*, die rezenten *Brephiden* und *Oenochromiden* von Hrn. L. B. Prout (London); die rezenten *Rhopaloceren* inkl. *Hesperiiden* von Hrn. H. Stichel (Schöneberg); die rezenten *Stratiomyiden, Coenomyiden, Erinniden* s. *Xylophagiden* inkl. *Rhachyceriden*, die rezenten *Tabaniden, Pantophthalmiden, Acroceriden, Asiliden, Leptiden* s. *Rhagioniden, Thereviden, Apioceriden, Scenopiniden* s. *Omphraliden* von Hrn. O. Kröber (Hamburg); die rezenten *Nemestriniden, Mydaiden* und *Dolichopodiden* von Hrn. B. Lichtwardt (Charlottenburg); die rezenten *Calypteren* inkl. *Oestriden* von Hrn. R. Stobbe (Berlin); die rezenten *Curculioniden, Brachyceriden, Anthribiden, Cerambyciden, Elateriden* von Hrn. P. Kuhnt (Friedenau); die rezenten *Bruchiden, Hylophiliden* s. *Xylophiliden, Pediliden, Scraptiiden, Anthiciden, Pythiden, Anobiiden, Ptiniden, Melyriden* inkl. *Dasytiden, Malachiiden* von Hrn. M. Pic (Digoin); die rezenten *Discolomiden* inkl. *Pseudocorylophiden*, die rezenten *Ostomiden* inkl. *Temnochiliden*, die rezenten *Byturiden* und *Nitiduliden* von Hrn. A. Grouvelle (Paris); die rezenten *Lymexyloniden, Micromaltiden, Derodontiden* s. *Laricobiiden* von Hrn. S. Schenkling (Dahlem); die rezenten *Aegialitiden, Cisteliden* s. *Alleculiden, Lagriiden, Othniiden, Nilioniden, Petriiden, Meloiden, Rhipidophoriden* von Hrn. Fr. Borchmann (Hamburg); die rezenten *Cioiden* und *Scydmaeniden* von Hrn. E. Reitter (Paskau); die rezenten *Scarabaeiden* exkl. *Melolonthinen, Rutelinen* und *Euchirinen* von Hrn. Ad. Schmidt (Berlin); die rezenten *Melolonthinen* von den HH.

Fr. Ohaus (Steglitz) und Ad. Schmidt (Berlin); die rezenten *Passaliden* von den HH. G. J. Arrow (London) und Ad. Schmidt (Berlin); die rezenten *Vespiden* s. *Diplopteren* von Hrn. C. Rengel (Berlin); die rezenten *Cocciden* (revis.) von Hrn. L. Lindinger (Hamburg); die rezenten *Heteropteren* von Hrn. E. Bergroth (Turtola, Finnland); die gesamten *fossilen Insekten* von Hrn. A. Handlirsch (Wien). Die Manuskripte von über fünfzig Mitarbeitern stehen noch aus. Briefliche Anfrage hat aber ergeben, daß die meisten Manuskripte wohl in der ersten Hälfte des Jahres 1914 zu erwarten sind. Bis diese eingegangen sind, hat das Bureau vollauf zu tun, um die bereits abgelieferten druckfertig zu machen und die vielfachen notwendigen Anfragen der noch mit der Arbeit beschäftigten Mitarbeiter zu beantworten.

Eine große Schwierigkeit liegt in der Beschaffung seltener Werke und Zeitschriftenbände. Dabei hat uns auch im vergangenen Jahre das Auskunftsbureau der deutschen Bibliotheken unschätzbare Dienste geleistet. Bei der bibliographischen Aufnahme und Durchsicht von Bänden russischer Sprache war uns Frau Prof. M. Dahl (Berlin), bei der Aufnahme von Bänden tschechischer Sprache Hr. Prof. Fr. Klapálek (Prag) in freundlichster Weise behilflich.

In Anerkennung besonderen Verdienstes um unser Werk wurden in diesem Jahre aus der großen Zahl der Gönner und Gruppenbearbeiter von der akademischen Kommission zu »Ständigen Mitarbeitern« erwählt und durch Übersendung eines künstlerisch ausgestatteten Ehrendiploms ausgezeichnet die HH. Reverend Thomas R. R. Stebbing (London), Dr. B. Daydon Jackson (London), Prof. Dr. Ludwig Darmstädter (Berlin), Prof. Fr. Klapálek (Prag).

Im Bureau waren tätig außer Hrn. Dr. Th. Kuhlgatz die HH. Dr. H. Wundsch, Dr. G. Germershausen, Dr. R. Stobbe, Dr. V. Hohenstein und Dr. O. Fehringer als wissenschaftliche Hilfsarbeiter; Frl. E. Rothenbücher als bibliographische Hilfsarbeiterin; die Damen Fl. Rothenbücher und M. Pallavicini als Hilfsarbeiterinnen; Frl. Ch. Schulze als freiwillige Hilfsarbeiterin; Fr. Heynisch als Bureaulehrling.

Das Pflanzenreich.

Bericht des Hrn. Engler.

Im Jahre 1913 sind folgende Hefte erschienen:

Heft 58. G. Grüning, *Euphorbiaceae-Porantheroideae* et *Ricinocarpoideae*. 6 Bogen.
» 59. A. Brand, *Hydrophyllaceae*. 14 Bogen.
» 60. K. Krause, *Araceae-Philodendroideae-Philodendreae-Philodendrinae*. 9 Bogen.
» 61. H. Wolff, *Umbelliferae-Saniculoideae*. 19 Bogen.

Wie schon aus den früheren Berichten hervorgeht, ist es den angestrengten Bemühungen von Hrn. Geheimrat Prof. Dr. Pax (Breslau) gelungen, die Bearbeitung der ebenso großen wie schwierigen Familie der *Euphorbiaceae* so weit zu fördern, daß jetzt nur noch wenige, allerdings teilweise recht artenreiche Gruppen der Erledigung harren. Hr. Oberstabsarzt z. D. Dr. Grüning (Breslau) hat die ausschließlich in Australien und Neu-Seeland vertretenen obengenannten Unterfamilien der *Euphorbiaceae* mit großer Sorgfalt studiert und besonders auch die anatomischen Merkmale zur Charakteristik der Arten herangezogen. — Auch die *Araceae*, die der Herausgeber in Gemeinschaft mit Hrn. Dr. K. Krause bearbeitet, sind durch das neue Heft, das die sehr artenreiche Gattung *Philodendron* enthält, dem endgültigen Abschluß um ein gutes Stück nähergebracht. Mit dem Erscheinen des Heftes 59 wurden zwei naheverwandte, hauptsächlich in Nordamerika vertretene Familien (*Hydrophyllaceae* und *Polemoniaceae*), die beide Hr. Prof. Dr. A. Brand (Sorau) behandelt hat (*Polemoniaceae* in Heft 27), zum Abschluß gebracht. Die Herausgabe des Heftes 61, dessen Druck schon Ende 1911 begann, hat sich durch wiederholte dienstliche Abwesenheit des Verfassers, Hrn. Städt. Tierarzt H. Wolff, von Berlin stark verzögert; die Neubearbeitung der genannten Gruppe der *Umbelliferae*, die u. a. die artenreiche, biologisch und pflanzengeographisch sehr interessante Gattung *Eryngium* enthält, ist sehr verdienstvoll, und hoffentlich gelingt es dem Verfasser, auch noch andere Gruppen der von ihm seit Jahren mit Vorliebe studierten *Umbelliferae* fertigzustellen.

Im Druck befindet sich zur Zeit eine umfangreiche Abteilung der *Euphorbiaceae*, nämlich die *Acalypheae-Mercurialinae*, die F. Pax in Gemeinschaft mit Käthe Hoffmann bearbeitet. Ferner liegt das Manuskript der *Euphorbiaceae-Phyllanthoideae-Bridelieae* (bearbeitet von E. Jablonszky in Budapest) druckfertig vor.

Das Manuskript der kleinen, aber biologisch sehr interessanten Familie der *Myzodendraceae*, die Hr. Dr. C. Skottsberg (Upsala) behandelt hat, kann jetzt ebenfalls dem Drucke übergeben werden.

Außerdem werden jetzt bearbeitet: die *Dioscoreaceae* und *Oxalidaceae* von Prof. Dr. Knuth (Berlin), die *Cycadaceae* von Dr. Schuster (Berlin), die *Begoniaceae* von Dr. Irmscher (Berlin), die *Amarantaceae* von Prof. Dr. Schinz (Zürich), die *Pittosporaceae* von Dr. Vaupel (Berlin), die *Borraginaceae* von Prof. Dr. A. Brand (Sorau), die *Cucurbitaceae* von Prof. A. Cogniaux (Genappe, Belgien), die *Orchidaceae-Oncidiinae* von Prof. Dr. Kränzlin (Berlin), die *Palmae* von Prof. Dr. Beccari (Florenz), die *Xyridaceae* von Dr. Malme (Stockholm), die *Hydrocharitaceae* von Prof. Dr. Gräbner (Berlin), die *Crassulaceae* von R. Hamet (Paris) und Prof. Dr. Schoenland (Grahamstown), die *Liliaceae-Tulipeae* von Dr. Boris Fedtschenko (St. Peters-

burg), die *Cruciferae-Alyssinae* von Dr. Busch (St. Petersburg), die *Cyperaceae* von Oberpfarrer Dr. Kükenthal (Coburg), die *Plumbaginaceae* von Dr. Wangerin (Danzig), der Rest der *Araceae-Philodendroideae* von Dr. Krause (Berlin), die *Papaveraceae-Fumarioideae* von Prof. Dr. Fedde (Berlin-Dahlem), die *Cruciferae-Brassiceae* von Hrn. O. E. Schulz (Berlin-Steglitz), die *Malpighiaceae* von Prof. Dr. Niedenzu (Braunsberg), die *Polygonaceae* von Dr. Gross (Königsberg), die *Polygalaceae* von Prof. Dr. Chodat (Genf), die *Leguminosae-Desmodiinae* von Dr. A. K. Schindler (Posen), die *Plantaginaceae* von Prof. Dr. Pilger (Berlin-Steglitz), die Gattung *Draba* von Prof. Dr. Gilg (Berlin), die Gattung *Hieracium* von Hrn. K. H. Zahn (Karlsruhe), die Gattung *Iris* von W. R. Dykes (Charterhouse bei Godalming), die Gattung *Saxifraga* von A. Engler und Dr. Irmscher.

Außer diesen schon etwas geförderten Bearbeitungen sind noch mehrere andere in Aussicht genommen, über welche die Leitung des Unternehmens mit den Autoren verhandelt.

Geschichte des Fixsternhimmels.

Im Jahre 1913 sind weitere 20438 Catalognummern auf die Zettel übertragen worden. Vollständig ausgezogen wurden die Cataloge Lamont 1850 (2112 Sterne) in der nach Möglichkeit verbesserten Bearbeitung von Dr. Paetsch und Kristiania 1900 (2620 Sterne), beide durch Dr. Paetsch, ferner A.G. Cambridge M. 1900 (8340 Sterne) und Berlin 1865 (2336 Sterne) nach einem behufs weiterer Revision noch zurückgehaltenen Druckexemplar durch Hrn. Martens. Angefangen wurde durch Dr. Paetsch der Eintrag der Örter des Catalogs Cordoba 1900 (Nr. 1 bis 848), und der Eintrag des Catalogs Bradley 1745 (Nr. 1—700) im Anschluss an die letzte Correctur der Druckbogen, durch Hrn. Martens der Eintrag des Catalogs Toulouse II 1900 (Nr. 1—3480).

Die Berechnung der fehlenden Praecessionen von Nordsternen für 1875 und erforderlichen Falls eine zweite Epoche wurde von $20^h 5^m$ bis $23^h 4^m$ fortgesetzt, ausserdem für die aus Toulouse II, Nizza und Kristiania 1900 neu zugekommenen Sterne ausgeführt, im ganzen für 4839 Sterne. Die allgemeine Übertragung der Catalogörter der Nordsterne auf Aeq. 1875 wurde von $6^h 20^m$ bis $7^h 8^m$ fortgesetzt. Die erste Revision der Nordzettel wurde zu Ende geführt ($21^h 24^m$ bis $24^h 0^m$).

Für die Vergleichung des Küstner'schen Catalogs für 1900 hat Hr. Martens die Übertragung aller Bestimmungen der bei Küstner vorkommenden A.G.-Sterne auf 1875 für die letzten vier Stunden ausgeführt. Die Bestimmung der Eigenbewegungen und die Vergleichung der Cataloge wurden dann für die letzten 13 Stunden vorgenommen und die Ergebnisse der gesammten Vergleichungen ermittelt. Leider

haben sich diese indess nicht so concludent herausgestellt wie erhofft wurde; der Epochenunterschied ist für die Mehrzahl der verglichenen Zonen zu gross, als dass mit den gegenwärtig verfügbaren Hülfsmitteln eine durchgreifende Verbesserung der Zonencataloge durch die Küstner-schen Bestimmungen erlangt werden könnte. Im Anschluss an die Arbeit, deren Ergebnisse in druckfertiger Zusammenstellung vorliegen, wurde der Küstner'sche Catalog noch mit Bonn VI, Toulouse I und II und Nizza 1900 verglichen.

Von der Bearbeitung der älteren Bradley'schen Beobachtungsreihe ist der zweite Band, die einzelnen Beobachtungen am Graham'schen Quadranten enthaltend, erschienen. Der Druck des dritten Bandes hat begonnen, der darin enthaltene Catalog von 4219 Sternen für 1745 ist zur Hälfte abgesetzt. —

Der Bericht für das Jahr 1913 hat der traurigen Thatsache zu gedenken, dass im April des Jahres der vormalige Leiter des Bureaus Prof. Ristenpart unerwartet aus dem Leben geschieden ist. Reiche Hoffnungen, die auch für die Geschichte des Fixsternhimmels noch auf die Mitwirkung der von Prof. Ristenpart reorganisirten und energisch geleiteten Sternwarte Santiago gesetzt werden durften, sind mit ihm zu Grabe getragen worden.

Kommission für die Herausgabe der „Gesammelten Schriften Wilhelm von Humboldts“.

Bericht des Hrn. Burdach.

Der vorzeitige, vielbetrauerte Tod Erich Schmidts hat der Kommission mehr geraubt als den kundigen Organisator und Leiter der Ausgabe Wilhelm von Humboldts. In Erich Schmidt verlor diese akademische Unternehmung ihren geistigen Vater. Er hat ihr als Vertrauensmann der Familie Humboldt deren Teilnahme und tatkräftige Förderung erweckt und wach gehalten. Er hat ihr das Interesse und die ausgiebige Unterstützung des preußischen Kultusministeriums gewonnen, das eine ansehnliche Dotierung aus dem Allerhöchsten Dispositionsfonds erwirkte. Er hat die Edition als ihr geschickter Steuermann über mannigfache Schwierigkeiten persönlicher und sachlicher Art, im letzten Jahre seines Lebens über die unliebsame Stockung, die der Konkurs des Verlegers hervorrief, hinweggeführt, und im vorigen Sommer durfte er es noch mit Befriedigung als Erfolg seiner Bemühung erleben, daß die Ausgabe die gefährlichste Klippe, das Versiegen der verfügbaren Mittel, glücklich umschiffte: der von der Akademie auf Grund seines motivierten Antrags von dem vorgesetzten Ministerium erbetene neue, bedeutende Zuschuß wurde aus dem Aller-

höchsten Dispositionsfonds bewilligt, und auch darüber hinaus stellte das Kultusministerium mit verständnisvollem Entgegenkommen, um dem neuen Verleger die mit beträchtlichen Opfern verbundene Fortführung des Werkes zu erleichtern, eine weitere finanzielle Beihilfe in Aussicht durch Ankauf von Exemplaren und Verschenkung derselben an solche Schul- und Institutsbibliotheken, denen eine Anschaffung aus eigenen Mitteln unmöglich ist. Denn es muß hier einmal öffentlich die peinliche Tatsache ausgesprochen werden: die Zahl der Subskribenten auf diese für die Geschichte der modernen Bildung, Wissenschaft, Kulturpolitik so ungemein bedeutungsvollen Schriften ist beschämend niedrig geblieben; sie beträgt nur 175, wobei auf Deutschland noch nicht 80 kommen!

Nachdem die Akademie im Sommer des vorigen Jahres an Stelle Erich Schmidts den Berichterstatter in die Humboldt-Kommission berufen hatte, lag es diesem ob, für das Vertragsverhältnis zu dem neu eingetretenen Verlagsinhaber, das bisher nur Vorbesprechungen geregelt hatten, endgültige und bindende Abmachungen zu treffen und den Fortgang der Arbeit zu sichern. Leider hat sich trotz allem Bemühen eine längere Pause im Druck nicht vermeiden lassen. Der 13. Band, der Supplemente zu den abgeschlossenen Abteilungen (den eigentlichen Werken und den Politischen Denkschriften) enthalten soll, war mit der wichtigen, neu aufgefundenen Beschreibung der Baskischen Reise von 1801, die Prof. Dr. Leitzmann (Jena), und mit zwei amtlichen Berichten aus Humboldts römischer Zeit, die Siegfried Kähler (Halle) herausgegeben hat, bis zum 13. Bogen gediehen. Der Druck der Fortsetzung, in der zunächst Prof. Spranger (Leipzig) Amtliche Arbeiten aus den Jahren 1809/10, der Zeit, da Humboldt im preußischen Ministerium des Innern die Abteilung der geistlichen und Unterrichts-Angelegenheiten leitete, bringen wird, war durch neue Berufsgeschäfte des Herausgebers eine Reihe von Monaten unterbrochen, ist jetzt aber wieder aufgenommen worden. Der letzte Teil dieses Bandes (Nachträge und Revision zu den früher von Gebhardt lückenhaft publizierten Politischen Denkschriften der Jahre 1810—1819) erfordert eine nochmalige Durchforschung des Aktenmaterials des Berliner Staatsarchivs, die der damit beauftragte Herausgeber Siegfried Kähler, teils aus Gesundheitsrücksichten, teils infolge anderer, persönlicher und wissenschaftlicher Pflichten und Aufgaben bis zum Frühjahr hat vertagen müssen. Als Ersatz ist die auf zwei Bände veranschlagte Abteilung der Tagebücher mit dem Band 14 nunmehr eröffnet worden; der Druck dieses Bandes hat dank der unermüdlichen Kraft und Umsicht des Prof. Leitzmann, dem die Ausgabe tief verpflichtet ist, begonnen. Mit den bisher ungedruckten Tagebüchern

betritt die Ausgabe ein Neuland, dessen Ertrag für die Würdigung der Persönlichkeit Wilhelm von Humboldts den höchsten Wert besitzt und die von dem Herausgeber (besonders in der hier unentbehrlichen Kommentierung) daran zu setzende gesteigerte Arbeit reichlich lohnen wird durch das starke und allgemeine Interesse, das diese Bekenntnisse des geistigen Urhebers der Wiederherstellung Preußens, Deutschlands, Europas bei allen Gebildeten in aller Welt erregen müssen. Für die noch ausstehende letzte Abteilung, die Briefe Humboldts, ist reichlich vorgearbeitet worden. In den letzten Monaten konnte eine Reihe wertvoller Briefe vor der Gefahr, ins Ausland versteigert zu werden, auf Anregung des Berichterstatters durch das dankenswerte Entgegenkommen der Kgl. Bibliothek in Berlin gerettet und so ihre Benutzung für die Ausgabe der Akademie gesichert werden. Da die Familienbriefe nach dem Vermächtnis Humboldts der Publikation durch seine Angehörigen vorbehalten sind und deshalb der Akademieausgabe fern bleiben, da auch die in geschlossenen Korrespondenzen bereits veröffentlichten Briefreihen nicht wiederholt werden sollen, wird diese Briefabteilung in etwa fünf Bänden Raum finden. Auch von ihr sind neue, vielseitige und tiefdringende Aufschlüsse über das Wesen und die Entwicklung dieses großen Menschen, Denkers und Forschers mit Bestimmtheit zu erwarten.

Interakademische Leibniz-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Lenz.

Wir können den Beginn der Drucklegung melden. Die Texte für den ersten Band der Abteilung der Briefe und Denkschriften sind größtenteils gesetzt, so daß dieser Band im Laufe des Frühjahrs oder Sommers erscheinen wird. Die nächsten Bände dieser Abteilung werden dann verhältnismäßig schnell folgen. Ferner steht nach einem Abkommen mit den französischen Akademien zu hoffen, daß auch die Abteilung der philosophischen Schriften in diesem Jahre ernstlich in Angriff genommen werden wird.

Corpus Medicorum Graecorum.

Bericht des Hrn. Diels.

Der im vorigen Berichte angekündigte Band V 9, 1 ist im Druck vollendet und wird in allernächster Zeit ausgegeben werden. Er enthält: 1. Galenus Εἰς τὸ περὶ φύσεως ἀνθρώπου Ἱπποκράτους libri III (XV 1—223 Kühn) ed. J. Mewaldt, 2. Εἰς τὸ περὶ διαίτης ὀξέων Ἱπποκράτους libri IV (XV 418—919 K.) ed. G. Helmreich, 3. Περὶ τῆς Ἱπποκράτους διαίτης ἐπὶ τῶν ὀξέων νοσημάτων (XIX 182—221 K.) ed. J. Westenberger.

An Band V 9, 2 ist ebenfalls weitergedruckt worden: außer Galenus Εἰς τὸ προρρητικὸν α̅ Ἱπποκράτους (XVI 489—840 K.), ed. H. Diels, liegt jetzt auch die Schrift Περὶ τοῦ παρ' Ἱπποκράτει κώματος (VII 643—665 K.), ed. J. Mewaldt, gedruckt vor, und mit dem Drucke des letzten Stückes dieses Bandes, Εἰς τὸ προγνωστικὸν Ἱπποκράτους (XVIII B 1—317 K.) ed. J. Heeg, ist bereits begonnen.

Ferner ist von [Galenus] Εἰς τὸ περὶ ἑβδομάδων Ἱπποκράτους, das nur in der arabischen Übersetzung des Ḥunain ibn Isḥāq erhalten ist, Band XI 2, 1 des Corpus, bearbeitet von G. Bergsträsser, der Text nebst deutscher Übersetzung fast fertig gedruckt.

An druckfertigem neuem Manuskript liegt vor: Paulus Aegineta, Buch I—IV, bearbeitet von J. L. Heiberg. Über deren Drucklegung vgl. unten.

Über den Fortgang der übrigen in Angriff genommenen Arbeiten ist folgendes zu berichten.

Hr. Prof. H. Schöne (Greifswald) hat die Vergleichung des cod. Parisin. gr. 1849 für die Kommentare zu Hippokrates Περὶ ἄρθρων zu Ende geführt und die Bearbeitung des Kommentars zu Περὶ ἀγμῶν begonnen.

Hr. Dr. E. Wenkebach (Berlin-Charlottenburg) ist weiter mit der Herstellung des Druckmanuskripts für Galenus In Hippocr. Epidem. I beschäftigt gewesen. Es hat sich gezeigt, daß nicht nur für den von Chartier gefälschten Teil des Proömiums, sondern für das ganze Werk die arabische Übersetzung Hunains (cod. Scorial. arab. 804) zu Rate zu ziehen ist. Hr. Dr. F. Kern (Berlin), der schon früher dem Corpus Medicorum wertvolle Hilfe leistete, hat es wieder übernommen, eine wortgetreue Übertragung Hunains ins Deutsche anzufertigen. Chartiers Fälschung des Anfangs beruht auf der lateinischen Ausgabe des Arztes Nicolao Macchello aus Modena (Anfang des 16. Jahrhunderts); dessen Quelle ist noch festzustellen.

Hr. Dr. J. Heeg (München) hat das Manuskript seiner Ausgabe des Galenschen Kommentars zum Prognostikon nahezu vollständig hergestellt; gedruckt sind bisher 3 Bogen. Daneben hat er für die von ihm vorbereitete Ausgabe des Galenschen Kommentars zu den Aphorismen des Hippokrates genügende Proben des cod. Barberin. gr. 272 kollationiert und die zwei ersten Bücher vollständig mit Parisin. gr. 2266 verglichen.

Hr. Prof. K. Kalbfleisch (jetzt Gießen) hat den Nachweis der Unechtheit des Galenschen Kommentars zu Hippokrates Περὶ χυμῶν (XVI 1—488 K.) infolge von Überbürdung mit anderen Arbeiten noch nicht veröffentlichen können. Inzwischen hat Hr. Dr. A. Nelson (Upsala) bei dem von ihm übernommenen Kommentare zu Περὶ τροφῆς (XV

224—417 K.) ebenfalls Beweisgründe gegen die Echtheit gefunden. Voraussichtlich braucht also auch diese Schrift nicht wieder abgedruckt zu werden.

Hr. Dr. W. Rabehl (Berlin) hat die Arbeit am Text der im vorigen Jahresbericht aufgezählten italienischen und Pariser Handschriften zu den kleineren anatomischen Werken Galens fortgesetzt. Das Verwandtschaftsverhältnis der Handschriften ist außerdem ermittelt worden. Eine Sommerreise nach Italien zur Vervollständigung des handschriftlichen Materials mußte aus Gesundheitsrücksichten unterbleiben. Von den Schriften ist Περὶ τοῦ τῆς ὀσφρήσεως ὀργάνου der Vollendung am nächsten.

Einer der nächsten Bände, der energisch für den Druck vorbereitet wird, ist der Band der hygienischen Werke des Galen, V 4, 2. Diese Schriften sind an die HH. Dr. K. Koch (Eisenach), Oberstudienrat Dr. G. Helmreich (Ansbach) und Prof. Dr. O. Hartlich (Grimma) verteilt, die Kollationen sind zum größten Teile beschafft, und für einige der Schriften wird bereits das Druckmanuskript hergestellt.

Hr. Rektor Dr. J. Ilberg (Wurzen), der Vertreter der Kgl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, hat die Bearbeitung der Gynäkologie des Soranos so weit gefördert, daß der Druck voraussichtlich im laufenden Jahre wird beginnen können.

Von Hrn. Prof. J. L. Heiberg ist folgender Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften gesandt worden:

»Hr. Rektor Dr. Hude (Frederiksborg) hat mit der Recensio von Aretaios angefangen und wird in der nächsten Zukunft die von Ermerins benutzten Handschriften in Paris untersuchen, um ihren Wert und die Zuverlässigkeit der Kollationen festzustellen.«

»Hr. Dr. H. Raeder (Kopenhagen) hofft im Laufe des Frühjahrs die Drucklegung von Oribasios' Σύνοψις und Πρὸς Εὐνάπιον beginnen zu können.«

»Hr. Prof. Dr. J. L. Heiberg (Kopenhagen) hat das Druckmanuskript von Paulos Aiginetes Bd. I (Buch I—IV) fertiggestellt und an die Verlagsbuchhandlung eingesandt. Der Druck kann erst Herbst 1914 anfangen, da er bis dahin in Italien sein wird, um die noch ausstehenden Kollationen für Bd. II zu machen.«

Hr. Prof. Dr. Al. Olivieri (Neapel) hat von Hrn. P. Boudreaux (Paris) Probekollationen sämtlicher Parisini graeci des Aëtios (Buch I—VIII), ferner aus dem Weigelschen Nachlaß (cod. Berol. gr. fol. 39) Probekollationen der Vindobonenses in Kopie und aus Rom Photographien des Vatic. gr. 298 erhalten. Mit der Einarbeitung dieses Materials ist er noch beschäftigt.

Hr. Prof. Dr. M. Wellmann (Potsdam) ist hauptsächlich mit der Vollendung seiner Dioskuridesausgabe beschäftigt gewesen. Doch hat er dabei die Parallelüberlieferung genauer verfolgt und festgestellt, daß die Schrift des Dioskurides Περὶ ἁπλῶν φαρμάκων im Aëtios (durch Oribasios) in weit größerem Umfange benutzt ist, als bisher anzunehmen war. Anfang dieses Jahres hofft er die italienischen Handschriften des Aëtios zu erledigen.

Hr. Priv.-Doz. Dr. E. Nachmanson (Upsala) hat für seine Ausgabe des Erotian die Parisini gr. 2614 und 2651 sowie den Vindob. med. gr. 43 verglichen. Vom Bruxell., Cantabrig., Scorial. Y I 9 und Venet. (Nann.) 249 hat er Proben genommen. Von Hippokrateshandschriften ist bisher nur der Monac. gr. 71 herangezogen worden; doch hat auch er die Unzulänglichkeit der bisherigen Kollationen erwiesen. Die Kgl. Schwedische Regierung hat dem Herausgeber ein Stipendium verliehen für eine Reise nach Italien, Frankreich und England zum Studium der Handschriften, die nicht versandt werden.

Hr. Dr. O. Viedebantt (Potsdam) hat die Textbearbeitung der metrologischen Traktate, soweit sie die Mediziner betreffen, begonnen und hofft, bis zum Herbste das druckfertige Manuskript vorlegen zu können.

Deutsche Kommission.

Bericht der HH. Burdach, Heusler und Roethe.

Die Deutsche Kommission ist durch den Tod Erich Schmidts aufs schwerste betroffen worden. Der Entschlafene war im Bunde mit Weinhold schon sehr wirksam beteiligt bei den ersten Versuchen, im Anschluß an das akademische Jubiläum und die Begründung der drei neuen Stellen für deutsche Philologie ein Programm für die germanistische Arbeit der Akademie aufzustellen; auch für die Reorganisation des Deutschen Wörterbuchs hat er, Jahre, bevor die Deutsche Kommission ins Leben trat, in einer Denkschrift der Akademie die einfachen Richtlinien gezogen. Den Unternehmungen der Deutschen Kommission hat er, solange sie besteht, ein nie versagendes tätiges und hingebendes Interesse geschenkt, das er keineswegs auf sein besonderes Feld, die kritische Publication neuhochdeutscher Schriftsteller, beschränkte. Die Wielandausgabe der Akademie, die ihm sehr am Herzen lag, hat er nicht nur ins Leben gerufen und organisiert, sondern Bogen für Bogen in selbstloser Treue überwacht. Die Deutsche Kommission wird seine Mitarbeit, seinen Rat und seine Erfahrung, seine verständnisvolle Beteiligung an allen ihren Aufgaben dauernd schmerzlich vermissen.

Der verwaisten Wielandausgabe hat sich Bernhard Seuffert, der durch seine in den Abhandlungen der Akademie erschienenen 'Prolegomena' die solide Grundlage des großen Werkes gelegt hatte, an Stelle des geschiedenen Freundes angenommen. Die Deutsche Kommission hat es sehr dankbar empfunden, daß er, der Berufenste, unverzüglich in die Lücke sprang. So dürfen wir die Zukunft der Wielandausgabe auch weiterhin als gesichert ansehen.

Dicht vor Abschluß dieses Berichtes ist die Deutsche Kommission noch von einem zweiten beklagenswerten Verlust heimgesucht worden: Hr. Johannes Franck in Bonn, der ihr als außerakademisches Mitglied angehört hat, ist einem schweren Leiden erlegen, das ihn schon seit Monaten der Arbeit an dem von ihm geleiteten 'Rheinischen Wörterbuch' entzogen hatte. Der ausgezeichnete Kenner seiner heimischen Mundart hat seit Jahren der Organisation des Rheinischen Idiotikons, für dessen Leitung er durch Geburt und wissenschaftliche Richtung ganz besonders berufen war, einen großen Teil seiner Zeit hingebend und opferfreudig gewidmet: es hat etwas Tragisches, daß er abberufen ist gerade, da der Augenblick gekommen ist, der von der Sammlung und Ordnung zur Ausgestaltung überleitet; Franck hatte eben begonnen, seinen etymologischen Scharfsinn an einer Reihe der neu erschlossenen Dialektworte zu erproben, als seine Erkrankung ihn aus Allem herausriß. Ein Schüler des Entschlafenen, Hr. Oberlehrer Dr. Josef Müller, der Franck fast von Anfang an bei der Wörterbucharbeit zur Seite stand, hat bis auf weiteres die Fortführung des Werkes übernommen; von ihm stammt schon der diesmalige Jahresbericht her.

Die **Inventarisation der deutschen Handschriften** konnte auf der ganzen Linie gefördert werden. Die im vorigen Jahre begonnene, durch die Empfehlungen auswärtiger Fachgenossen (vgl. Sitzungsber. 1913, S. 124f.) ermöglichte Vermehrung der Mitarbeiter, namentlich für den Nordwesten, hat diesmal schon reiche Frucht getragen.

In der Schweiz hat Bibliothekar Dr. Wilhelm Jos. Meyer Handschriften der Berner Stadtbibliothek zu beschreiben begonnen. Das Geschichtliche ist u. a. durch die Chronik Jakob Twingers und die Chronik der Stadt Hagenau vertreten; halb geschichtliches, halb kirchliches Gepräge hat das 'Lebendige Buch', ein Abriß der Geschichte des Dominikanerinnenklosters auf der Insel St. Michael bei Bern. Die Regeln für Dominikanerinnen hält eine Handschrift des 15. Jahrhunderts fest. Bemerkenswert ist die Sammelhandschrift Nr. 537 mit einer 'Zerstörung Jerusalems durch Vespasian' (Übersetzung aus dem Fran-

zösischen von 'Claus' 1440), einer deutschen Sibyllen-Weissagung und einer deutschen Margareten-Passion.

Einen längeren Ferienaufenthalt in Genf benutzte Dr. Buske dazu, die auf der Bibliothèque Publique vorhandenen Handschriften zu durchmustern und zu beschreiben. Auffallen muß, daß von der mächtigen reformatorischen Bewegung in dieser Sammlung nur wenig deutsche Handschriften Zeugnis geben. Das Gesammelte ist vielmehr unter geschichtlichen und juristischen Gesichtspunkten zusammengekommen. Nicht fehlt Bullingers Chronik, von der als einem standing work der Reformation selbst ein Exemplar in St. Andrews in Schottland nachgewiesen worden ist; es reiht sich an die Fortsetzung von Johannes Hullerus. Wegen der zahlreichen eingelegten historischen Lieder verdient die am Ende des 17. Jahrhunderts durch Joh. Heinrich Rahn zusammengebrachte 'Historie oder eydtgenössische Geschichten' einen Hinweis. Ein 'Eidgenössisches Bundsbuch' und ein Berner Gesetzbuch des 16. Jahrhunderts erhellen die staatsrechtlichen Verhältnisse. Was einem schweizerischen Patrizier um 1600 im schriftlichen und mündlichen Verkehr mit Oberen, mit Freunden, mit Familienmitgliedern ziemte, verrät das reichhaltige 'Formularbuch zierlicher Reden'.

Aus Österreich ist folgendes zu berichten: Nach mehrjähriger Pause ist Dank dem Interesse des Direktors Sprung die Arbeit in Innsbruck wieder aufgenommen worden. Als erste Probe lieferte Dr. Helbik eine Reihe von Beschreibungen, von denen die eines Oberbayrischen Landrechts (1346), des Schwabenspiegels (14. Jahrhundert), eines deutschen Tractats 'Über die drei Wesen des Menschen' (15. Jahrhundert) erwähnt seien. Einige Bruchstücke des alten Passionals zu Graz und zu Wien (Hofbibliothek) behandelte cand. phil. Maushake in Göttingen.

Aus der von ihm erst erschlossenen Langerschen Bibliothek zu Braunau in Böhmen steuerte Dr. Dolch das Tagebuch vom Religionsgespräch zu Marburg, geschrieben von zwei Begleitern Luthers, bei. Er lieferte ferner die Reinschriften von schon früher im Auftrage der Akademie gefertigten Aufnahmen (Handschriften des Stiftes Raigern, des Stiftes Strahow, der Gymnasialmuseumsbibliothek zu Troppau, des Stadtarchivs zu Znaim).

Aus Bayern liegt hauptsächlich der Ertrag unserer ständigen Mitarbeiter an der Kgl. Hof- und Staatsbibliothek zu München vor. Von dem Anteil des Oberbibliothekars Dr. Leidinger sei der Tractat Davids von Augsburg 'Von der Zusammensetzung des äußeren und inneren Menschen', ferner Bernhards von Waging, Priors von Tegernsee, Tractat über den Fleischgenuß der Mönche, Tractat über die

Eucharistie hervorgehoben. Inmitten der lateinischen Handschriften fanden sich aber auch wichtigere deutsche Stücke, wie Heinrichs von Langenstein 'Schiff der Buße', Sprüche Catos in deutschen Reimen, eine kurze Regensburger Chronik. Besonders bemerkt sei eine deutsche Predigt des Kardinals Nikolaus von Cues über das Vaterunser. Eine größere Anzahl niederländischer Gebetbücher behandelte Bibliothekar Dr. Petzet. Hingewiesen sei noch auf cgm 6834 mit süddeutschen Marienlegenden, die in Auswahl und Anordnung von den Inkunabeldrucken abweichen. — Seine der lateinischen Dialogliteratur des Mittelalters zugewandten Studien veranlaßten cand. Hans Walther zu Berlin zu eingehender Beschreibung von clm 7660. Eine Probebeschreibung sandte Dr. Pfeiffer in München ein.

In Nürnberg fuhr Prof. Diptmar fort, Handschriften der Stadtbibliothek zu beschreiben. Dr. Reicke, Kustos an der Nürnberger Stadtbibliothek, steuerte eine Beschreibung bei (deutsche Auslegung der 10 Gebote in Form eines Gesprächs zwischen einem Meister und einem Jünger; 15. Jahrhundert).

Ein wesentlicher Fortschritt ist in Württemberg zu verzeichnen. An der Landesbibliothek zu Stuttgart wirkten für uns Bibliothekar Prof. Dr. Löffler und Bibliothekar Dr. Leuze, der, jetzt durch andere Privatarbeiten behindert, für das kommende Jahr eine ergiebigere Ernte verspricht. Einer größeren Anzahl medicinischer Handschriften wendete Löffler seine Mühewaltung zu; als besonderer Ertrag sei eine von Pfeiffer nicht benutzte Fassung vom 'Buch der Natur' Conrads von Megenberg, ferner die Übersetzung des 'Liber de natura rerum' (Thomas Cantimpratensis) durch Peter Königsschlacher von Waldsee gebucht; die Gruppe theologischer Handschriften enthält viel Materialien zur Mystik (deutsche Predigten des Nikolaus von Straßburg, Eckharts und Sterngassens; in einem andern Codex: Predigten Taulers, Tractate Eckharts und Seuses). Vom Marienleben des Bruders Philipp wurden neben benutzten zwei noch nicht verwertete Handschriften nachgewiesen. Dr. Leuze wandte seine Tätigkeit auf die deutschen Breviere. Ein Bruchstück des alten deutschen Passionals behandelte cand. Maushake.

Eine Orientierungsreise unternahm in unserem Auftrage der wissenschaftliche Hilfsarbeiter an der Tübinger Universitätsbibliothek, Dr. Anton Hauber. Sie führte ihn nach Rottweil (Gymnasial- und Stadtarchiv), Beuron (Klosterbibliothek), Sigmaringen (Fürstl. Hofbibliothek), Obermarchtal (Fürstl. Thurn- und Taxissche Bibliothek), Ulm (Stadtbibliothek, Schermarsche Bibliothek), Hall (Ratsbibliothek), Öhringen (Gemeinschaftliches Hohenlohesches Archiv, Stiftsbibliothek, Sakristanbibliothek), Schwaigern (Neippergsche Bibliothek), Aulendorf (Bibliothek des Grafen Königsegg). Das eingehende Verzeichnis der no-

tierten Handschriften herzustellen wird längere Zeit in Anspruch nehmen. Eingeliefert sind bereits Beschreibungen von 28 Handschriften (Sigmaringen, Hofbibl.; Heilbronn, Stadtarchiv; Schwäb. Hall, Gemeinschaftliches Archiv; Ulm, Schermarsche Bibliothek, Stadtbibliothek; Rottenburg, Priesterseminar und Tübingen, Universitätsbibliothek). Einige Handschriften der Schadschen Sammlung der Ulmer Stadtbibliothek mit historisch-politischen Liedern behandelte Dr. Behrend.

In Baden fuhr Oberlehrer Dr. Alfons Semler in der Beschreibung von Karlsruher Handschriften fort. Den Hauptanteil des Ertrages hat die Mystik; verzeichnet sei eine Mischhandschrift des 15. Jahrhunderts, die außer Hermann Joseph von Steinfeldens 'Geschichte der 11000 Jungfrauen' die Offenbarungen der Elisabeth von Schönau bietet; ein ähnlicher Sammelcodex vereint einen mystischen Tractat 'Vom inwendigen Leiden und Sterben Jesu Christi', 'Geistliche Meerfahrt', den 'Freudenreichen Mai', 7 Gebete Meister Ingolds, den 'Himmlischen König' (deutsche Gebete), 'Die sieben himmlischen Höfe'. Bedauerlich ist, daß durch die Versetzung Semlers nach Kehl a. Rhein die von ihm rüstig geförderte Aufnahme unterbrochen wird.

Während einiger Ferienwochen arbeitete Privatdocent Dr. Ludwig Pfannmüller an der Fürstl. Fürstenbergischen Bibliothek zu Donaueschingen. Waren die Handschriften auch im ganzen schon bekannt, so hat sich doch gezeigt, daß die erneute Durchprüfung der Bestände an der Hand unserer Grundsätze notwendig ist. Eine Beschreibung steuerte cand. phil. Blumenfeldt bei.

In Elsaß-Lothringen hat die Aufnahme nicht geruht. Privatdocent Dr. Ludwig Pfannmüller beschrieb einen größeren Teil der in der Stadtbibliothek zu Kolmar für uns in Betracht kommenden Handschriften. Wie zu erwarten war, überwiegt auch hier das Kirchliche bei weitem. Einen Zuwachs an Kenntnis bedeuten die deutschen Predigten, welche die Nonne Dorothea von Kippenheim im Kloster Unterlinden zu Kolmar um 1425 aufzeichnete, während die mystischen Handschriften (mit Seuses Buch der Wahrheit, Seuses Briefbüchlein, Taulers Sechs Fegefeuerjahren, Predigten Johannes Niders) dem Spürsinn Strauchs nicht entgangen waren.

Eine Reihe von Weimarer Handschriften wurden in unserem Handschriftenarchiv unter Anleitung des Archivars Dr. Behrend beschrieben. Es liegen Beschreibungen vor von Dr. Behrend, stud. Georgi, stud. Gleitsmann, Dr. Buske, Dr. Stephan, cand. Gensel. Einige Handschriften des Ernestinischen Gesamtarchivs zu Weimar beschrieb Dr. Stephan. — An der Universitätsbibliothek zu Jena hat Dr. Grümmer die Arbeit begonnen; unter den eingesandten Beschreibungen sei der

Hinweis auf einen noch nicht verwerteten deutschen Sachsenspiegel mit deutscher Glosse (14. Jahrhundert) gebucht.

Auf der Fürstlichen Gymnasial- und Landesbibliothek zu Gera beschrieb Hr. Sparmberg eine größere Anzahl von Rechtshandschriften; außerdem u. a. ein deutsches Martyrologium, das 1518 von Christina Kamrerin zu St. Katharina in Nürnberg, Predigerordens, aufgezeichnet wurde. Fruchtlos blieben Nachforschungen, die Hr. Sparmberg in der Schloßbibliothek auf Schloß Osterstein bei Gera und Hr. Dr. Höpfner in Hohenleuben und Zeulenroda angestellt haben.

Dagegen ist eine größere Anzahl von Handschriften der Fürstlich Schwarzburgischen Landesbibliothek zu Sondershausen auf dem Berliner Handschriftenarchiv aufgenommen worden, wobei außer den schon bei den Weimarer Handschriften genannten noch die HH. cand. Engel und Kruse sich beteiligten. Zu Rechtsbüchern, Psaltern, thüringischen Chroniken, einer mitteldeutschen Bibelübersetzung stellten sich die Beschreibung einer Reise nach Jerusalem (1536) von Wolfgang Holzwirt und Aufzeichnungen des Freiherrn von Mörsperg über den Johanniterorden und über seine eigenen Fahrten (1606).

In Meißen war während der Schulferien Dr. Kurt Matthäi tätig; die reichen Briefsammlungen des Stadtarchivs, zum guten Teil aus der Reformationszeit, sind von ihm verzeichnet worden. Dr. Matthäi beschrieb auch einen Sammelcodex des 15. Jahrhunderts im Besitz der Kgl. Bibliothek zu Dresden (Prosalegende von Tundalus, Visionen eines Mönches, deutsche Predigten, Offenbarungen der heiligen Brigitte, die '13 Zeichen eines vollkommenen Menschen', Volmars Steinbuch u. a. m.). Einige bisher nicht verwertete Bruchstücke des alten Passionals im Besitz der Leipziger Stadtbibliothek liegen in der Beschreibung von cand. Maushake vor.

Reichen Ertrag brachte die Arbeit in Schlesien. Zahlreiche lateinische Hymnenhandschriften deutscher Herkunft (über 160 Nummern) im Gewahrsam der Kgl. und Universitätsbibliothek zu Breslau beschrieb cand. phil. Haertwig. Derselbe wandte sich auch den anderen Breslauer Handschriftensammlungen zu. Von den verzeichneten Handschriften der Stadtbibliothek sei die Geschichte der Stadt Breslau von 965 an erwähnt; der spätere Teil der Chronik enthält die Abschrift eines Briefes Luthers an Eobanus Hessus von 1525. Handschrift R 439 ist eine Sammlung deutscher, französischer und lateinischer Lieder aus dem Anfang des 17. Jahrhunderts, B 1646 eine schlesische Chronik von 1559, B 1633 ein Geschichtsspiegel des Herzogtums Mähren (Ende des 16. Jahrhunderts). Haertwig beschrieb ferner eine Reihe von Hymnenhandschriften des Schlesischen Museums für Kunst und Altertum. — Aus einer Handschrift der Petro-Paulinischen

Kirchenbibliothek zu Liegnitz berichtete Dr. Zuchold über die mitteldeutsche Prosa, in der Heinrich Gutevrunt aus Braunschweig 1436 Guido von Columnas Buch über die Zerstörung Trojas bearbeitet hat.

In Ostpreußen war Bibliothekar Dr. Emil Ettlinger an der Kgl. und Universitätsbibliothek zu Königsberg für uns tätig. Sein Anteil konnte jedoch wegen seiner amtlichen Arbeiten nur gering sein. Eine Reihe von Handschriften des alten Passionals beschrieb cand. Maushake.

Die Kgl. Bibliothek zu Berlin ist auch in diesem Jahre nur durch Einzelbeschreibungen vertreten: so analysierte Oberlehrer Dr. Pahnke aus Neuhaldensleben eine Mystikerhandschrift ausführlich, buchte cand. Maushake Handschriften und Fragmente des Passionals, Dr. Bertalot eine Predigthandschrift. Vergeblich waren Nachforschungen, die Hr. Gattermann in Prenzlau, Hr. Dr. Carl Meyer in Belgard (Pommern) anstellten.

Um die Handschriften der Provinz Sachsen hat sich namentlich Hr. Sparmberg verdient gemacht. Die Bibliothek des Domkapitels zu Merseburg brachte außer ihren altberühmten Schätzen auch jüngere Stücke, meist aus dem Besitz des Dompropstes Petrus Sparnow (1415—1424): so sächsische Rechtsbücher, eine Rennerhandschrift, Passionalbruchstücke, Diemringers Mandevilleübersetzung (etwa 1420), den Psaltercommentar des Nikolaus von Lyra, deutsch (von Mügeln?), Ortolfs Nucleus medicinae, deutsch, sowie allerlei andre medicinische und balneologische Materialien. Dagegen ergaben die Bibliotheken des Domgymnasiums und der Kgl. Regierung gar keinen Gewinn. Im Stadtarchiv zu Nordhausen buchte Sparmberg einige juristische Handschriften, während in Sangerhausen weder Gymnasialbibliothek noch Stadtarchiv für unsre Zwecke etwas boten. Ebenso erwiesen sich die Gräflich Stolbergische Hausbibliothek und das Gräfliche Archiv zu Roßla sowie die Kirchenbibliothek zu St. Martin in Stolberg als unergiebig. Dagegen fand Hr. Sparmberg auf der Gräflich Stolberg-Stolbergischen Bibliothek zu Stolberg außer Praktiken, alchymistischen und medicinischen Handschriften des 15. und umfänglichen Briefconvoluten des 17. Jahrhunderts auch das Manuscript eines zur Aufführung am Gymnasium zu Eisleben (10. März 1686) bestimmten Stückes: 'Die Wunderliche und Wunderthätige Liebe', wahrscheinlich identisch mit Sigmund von Birkens Schauspielen Androfilo und Silvia. — In Eisleben beschrieb Hr. Dr. Lotze eine Rechtshandschrift der Turmbibliothek der Andreaskirche, darin ein Proceß Belials. Während Neuhaldensleben den Nachforschungen Dr. Pahnkes nichts ergab, hob Hr. Dr. Fehse aus dem Familienarchiv des Freiherrn von Plotho zu Parey a. E. geistliche und weltliche, ernste und scherzhafte Verse,

Grabschriften und Geburtstagsgedichte des 17. Jahrhunderts heraus; die satirischen Sachen, unter denen sich ein dialektisches, zwischen Hoch- und Niederdeutsch schwankendes Zwiegespräch befindet, richten ihre Spitze besonders gegen die unheilvolle Macht, die die Reichsgräfin von Rochlitz über den Kurfürsten Johann Georg IV. von Sachsen gewonnen hatte.

In der Provinz Hessen-Nassau war die Kgl. Landesbibliothek zu Cassel durch einige Rothsche Abschriften altdeutscher Fragmente und vor allem durch Dietrich Marolds aus Schmalkalden gereimtes Historien- und Schwankbuch 'Schmal und Kahl Roldtmarsch Kasten' von 1603 vertreten, von dem Bibliothekar Dr. Legband eine eingehende Beschreibung geliefert hat; Marold, dessen Geschichtenbuch sich wohl am nächsten zu Sandrubs Deliciae von 1618 stellt, aber auch für so ernsthafte Stoffe wie die Griseldis Platz hat, ist in der Casseler Bibliothek noch mehrfach vertreten. Fuldas bewährter Beschreiber, Dr. Wiegand, hat mit geistlichen und medicinischen Handschriften der Ständischen Landesbibliothek seine Aufnahmearbeit fortgesetzt. Die Stadtbibliothek zu Frankfurt a. M. hat diesmal nur ganz gelegentliche Beschreibungen beigesteuert: eine Predigthandschrift nahm Dr. Bertalot, Fragmente aus Passional und Väterbuch cand. Maushake auf. Die Gymnasialbibliothek in Dillenburg und die Sammlung des Geschichtsvereins zu Herborn suchte Dr. Heintz vergeblich auf.

Im Großherzogtum Hessen hat namentlich Dr. Ludwig Schäfer zu Büdingen eine ergiebige Tätigkeit entfaltet, die sowohl ältere Beschreibungen controllierte wie neue einbrachte und die auch wohl über die Grenzen des Großherzogtums, so nach dem Ratsarchiv zu Gelnhausen, hinübergriff. Auf der Gräflichen Bibliothek zu Laubach wurde die bekannte Barlaamhandschrift, auf der Gymnasialbibliothek zu Büdingen einige Pergamentstreifen, auf dem Fürstlichen Archiv zu Birstein Bruchstücke einer moralischen Bibelauslegung in deutsch-lateinischer Mischprosa gebucht; das Fürstliche Archiv zu Lich brachte zahlreiche Fragmente von lateinischen Hymnaren und Missalien, dazu auch Bruchstücke eines medicinisch-botanischen Vocabulars und einiger Predigten des 14. Jahrhunderts. Das Gräfliche Archiv zu Schlitz bot Briefe der Familie von Schlitz genannt von Görtz, etwa ums Jahr 1500. — Ein Perikopenbuch aus der Paulusbibliothek zu Worms beschrieb Dr. Deggau; aus der Universitätsbibliothek zu Gießen verzeichnete Dr. Hermann Schneider eine Handschrift des Chronicon Hafftícii; hier und auf der Großherzoglichen Hofbibliothek zu Darmstadt liegen auch Passionalbruchstücke, die cand. Maushake aufnahm. — Einen Sammelcodex der Bibliothek des Katholischen Seminars zu Mainz, der histo-

risch-politische Relationen, Pasquille und Lieder aus der Zeit um 1600 enthält, untersuchte Dr. Behrend.

Mit der Beschreibung des Städtischen Archivs zu Köln hat cand. Neukirchen fortgefahren: neben bekannten mittelhochdeutschen, mittelfränkischen und mittelniederländischen Fragmenten steht doch auch noch das eine und andre nicht publicierte (aus Freidank, Partonopeus usw.); Handschriften von Seelentrost und Laienspiegel wurden notiert; dazu ein Pilgerbuch, zu Cöln 1444 von einem simpeln Priester Petrus in Verse übertragen; eine mittelfränkische Prosa über die Schicksale der Seele nach dem Tode, vor allem auf Grund der Visionsliteratur. — Auf der Landes- und Stadtbibliothek zu Düsseldorf verzeichneten die HH. Dr. Grüters und Dr. Reuter namentlich mystische Literatur (Gerhard de Groot, Ruusbroek, Brinckerinck, Seuse), so z. B. eine niederfränkische Handschrift, die lauter auf den heiligen Franz von Assisi bezügliche Stücke vereinigt; daneben das Reisebuch Ludolfs von Suchen. — In Elberfeld nahm Dr. Niewöhner auf der Gymnasialbibliothek eine geistliche Sammelhandschrift (Collectenarius), auf der Bibliothek des Bergischen Geschichtsvereins einen mittelfränkischen Codex mit Verhaltungsmaßregeln für die Gezeiten, die Messe usw. auf. — Bruschs Prosachronik von Hildesheim durfte Dr. Matthäi nach einer Handschrift im Besitze des Antiquariats Bergmeyer & Co. zu Münster beschreiben.

Gute Fortschritte hat die Beschreibung der Handschriften Hannovers gemacht. Dank einer wesentlichen Dienstentlastung, die Hrn. Oberlehrer Dr. Brill von seiner vorgesetzten Behörde für ein Vierteljahr gewährt wurde, hat er eine Reihe umfangreicher Handschriften der Kgl. und Provinzialbibliothek zu Hannover erledigen können: so mehrere Sammlungen niederdeutscher Exempel- und Predigtmärlein, das niederdeutsche Arzneibuch, einen geistlichen Jungfrauenspiegel, eine große Miscellanhandschrift (Hausbuch) von 1690, die u. a. Excerpte aus dem Faustbuch, aus Peter von Memel, aus Olearius 'Persianischer Reisebeschreibung', aber auch eine Fülle von prosaischem und poetischem Kleinkram enthält; die 'Philosophische und medicinale Schatzkammer' des Hofapothekers und Arztes Michael Wolf-Boyzenburg. — Auch Oberlehrer Dr. Matthäi in Hildesheim hat erfolgreich weitergearbeitet: die Beverinsche Bibliothek gab außer allerlei Hildesheimer Lokalchroniken ein großes medicinisches Sammelwerk her, das neben zahllosen Recepten, Excerpten, Diagnosen auch Rogers Buch von den Bränden und (auszugsweise) Meister Ortolfs von Würzburg Arznei- und Harnbuch enthält. Das Stadtarchiv zu Hildesheim ist durch das Diarium Brandes des Jüngeren, das Römermuseum durch die Kirchentabelle des Kardinals Nikolaus von Cues vertreten. — Aus Göttingen traf nur

eine Beschreibung (Fragmente des Wilhelm von Orleans) von cand. Maushake ein. — Die Nachforschungen des Hrn. Gymnasialdirektors Dr. Bottermann in Ratzeburg hatten bisher keinen Ertrag.

Mit gewohnter Rüstigkeit hat Prof. Henrici auch im Berichtsjahre wieder unsere Inventarisation gefördert. Unermüdet fuhr er fort, die niederdeutschen Gebet- und Erbauungsbücher aus dem ehemals Helmstedter Bestande der Herzoglichen Bibliothek zu Wolfenbüttel zu buchen. Vor allem aber wandte er den Gandersheimer Sammlungen sein erschöpfendes Interesse zu. Der Ertrag war allerdings bescheiden; der alte Besitz ist meist nach Wolfenbüttel übergeführt worden. Doch erwiesen sich auf der Stiftsbibliothek von den geprüften 162 Handschriften 28 Codices als für uns beachtenswert: außer den üblichen niederdeutschen Gebeten, Sprüchen, Recepten fanden sich niederdeutsche Lehrgedichte (Der Kinder Hovescheit; Vom geistlichen Leben) und auch ein niederländisches Reimfragment; auch geistliche Lieder des 17. Jahrhunderts waren zu verzeichnen. Die Gandersheimer Ratsbibliothek birgt nur Urkunden und Akten.

Auf der Hamburger Stadtbibliothek erledigte Prof. Henricis ausharrende Arbeitskraft wieder über 300 Bände der Klassen In scrinio und Ms. theologica. Aus dem Mittelalter kamen neben dem Occultus Erfordensis des Nikolaus von Bibra nicht nur niederländische und moselfränkische Legenden, niederrheinische und niederdeutsche Predigten in Betracht, sondern auch oberdeutsche Predigtsammlungen: so Predigten des Pater Heinr. Stolysen, Kustos auf dem Bodensee; Sermone des Geiler von Kaisersberg, geschrieben 1491 von Jörg Breining in Augsburg; ferner der Arbor amoris, lateinische Liebessprüche der 28 Bräute Christi mit hochdeutschen Übertragungen; eine niederländische Übertragung des Caesarius v. Heisterbach, ein hochdeutscher Seelentrost usw. Besonders reich aber stellt sich diesmal das 16. und 17. Jahrhundert in diesen Hamburger Handschriften dar: so eine Sammlung von Prosaerzählungen, die zum Teil auf Tischreden der Reformatoren zurückgeführt werden; eine Geschichte der Eisenacher Kirche vom Pastor Nikol. Rebhan (1621) mit vielen auf die Reformationszeit bezüglichen Erzählungen und Versen; Reformationssatiren und Wunderhistorien; katholische Umdichtungen evangelischer Lieder; deutsche Gedichte aus dem Kreise der Schweizer Wiedertäufer, zum Teil des Hans Kägi; Hans Salats Schweizer Chronik; ein lateinisches Spottgedicht auf die Jesuiten; Sprüche aus den Türkenkriegen; eine große Sammelhandschrift des Christian Chyträus, die in die Anfänge des Dreißigjährigen Krieges hereinführt und z. B. ein deutsches politisches Lehrgedicht in Form eines Tiergespräches enthält; eine Streitschrift des 17. Jahrhunderts 'Der Papst zu Rom'; eine lateinische Spottschrift auf Kardinal Melchior Klesl

(1618) in dramatischer Form usw.; speciell für Hamburg kommen namentlich in Betracht des Desiderius Regius lateinische Dichtung 'Leo Regius' auf einen Kampf Schwedens mit Hamburg; die Gedichte von Georg Hieronymus Luyders; 'Des Justeitesti Lebensschiff' von Nicol. Johanssen (1707); von der Unsumme des Kleinzeugs der Emblemata, Zeitgedichte, Sprüche, Grabschriften, Glockeninschriften usw. nicht zu reden.

Mit dieser großen Ernte sind wir so ziemlich am Ende der deutschen Bibliotheken. Dr. Hagen war durch andere Arbeiten behindert, seine Inventarisation der Handschriftenschätze Lübecks weiterzuführen. Aus Mecklenburg-Schwerin trafen einige Fragmente der Großherzoglichen Regierungsbibliothek zu Schwerin, beschrieben von Dr. P. Crain ein; in Rostock beschrieb Dr. Kohfeldt eine Iweinhandschrift aus dem Bestande der ehemaligen Universität Bützow. — In Neustrelitz veranlaßte Hr. Archivrat Dr. Witte, daß uns die Handschrift der Reimchronik des Nikolaus Marschalk Thurius von Hrn. F. Warbehn beschrieben wurde.

Längst bedauern wir, daß die reichen Schätze der Kgl. Bibliothek zu Kopenhagen bisher so spärlich in unserem Archiv berücksichtigt sind. Durch Vermittlung von Hrn. Bibliothekar Dr. Raph. Meyer sind jetzt einige jüngere Gelehrte herangezogen worden, von denen Mag. A. C. H. Christensen bereits einige Beschreibungen gesandt hat (den Sendbrief Rabbi Samuelis über die Messiashoffnung der Juden, aus der Thottske Samling; ein lateinisches Lectionarium pro feriis paschalibus mit eingelegten lateinischen Gedichten).

Aus Schweden steuerte unser bewährter Helfer, Prof. Psilander, mehrere wertvolle Mitteilungen bei. Sie erstreckten sich auf Fragmente des Passionals, des Maerlantschen 'Spiegel historiael' in der Reichsbibliothek zu Stockholm, auf eine Handschrift von Philipps Marienleben in der Gyllenhielmschen Sammlung zu Upsala; auf eine Legendenhandschrift und ein mit Noten versehenes niederdeutsches Gedicht vom Leiden Christi, beides in der Universitätsbibliothek zu Upsala; endlich auf Pergamentfragmente von Herborts 'Liet von Troye' (7735—8510, 14. Jahrhundert) aus der Gräflich Braheschen Bibliothek zu Skokloster.

In Bibliotheken Schottlands und Irlands hat unser Archivar Dr. Behrend sich während des Augusts und Septembers 1913 nach Handschriften umgetan. Er berichtet darüber folgendes:

'Bei meiner diesjährigen Reise nach Schottland kam es mir darauf an, Einblick in die mir bisher verschlossenen katholischen Bibliotheken des Landes zu gewinnen: 1911 hatte ich nur Zutritt im Benediktinerkloster Fort Augustus gefunden. Das von Kardinal Kopp ausgestellte Empfehlungsschreiben bewirkte, daß der katholische Erzbischof zu

St. Andrews und Edinburgh in einem Handschreiben sein Interesse an der Arbeit aussprach; die ihm direct unterstellten Bibliotheken zu St. Andrews und Edinburgh besäßen nichts für uns Wichtiges; von den katholischen Bibliotheken in Schottland kämen nur die von Fort Augustus und von Blairs College bei Aberdeen in Betracht.

Die Empfehlung des geistlichen Oberhirten verschaffte mir freundliche Aufnahme im genannten College; es ergab sich, daß zwar zum Teil wichtige Urkunden über das Schottenkloster zu Regensburg (vom 12.—18. Jahrhundert), aber keine literarischen Handschriften vorhanden waren. Einiges Interesse verdiente eine lateinische Prosarelation des Regensburger Abtes Baillie (um 1700) über einige Schottenklöster in Deutschland. Da Baillie sich auf reiches Urkundenmaterial stützen konnte, so sind seine Angaben beachtenswert. Der von Wattenbach behauptete, von anderen bezweifelte engere Zusammenhang zwischen den Schottenklöstern zu Regensburg und Erfurt findet hier seine Bestätigung. Der Rector des College Right Rev. Mgr. McGregor sagte mir bereitwillig die Abschrift dieser Relation durch einen seiner Zöglinge zu. Wichtig schien es mir ferner, die Universitätsbibliotheken in Edinburgh und Glasgow von neuem auch auf lateinische Erzeugnisse deutscher Verfasser eingehend zu durchmustern. Bei der Edinburgher Sammlung war mir von Nutzen, daß der in Arbeit befindliche Handschriftenkatalog beträchtlich vorgerückt war. Ergab sich eine stattlichere Ausbeute lateinischer Werke, so ging auch das Deutsche nicht ganz leer aus; denn erst jetzt lernte ich auf der Universitätsbibliothek das culturgeschichtlich bedeutsame Stammbuch des Patriziers Van Meer kennen, der 1653 in Hamburg verstarb. Wichtig darin sind die zahlreichen farbigen Bilder, die namentlich das englische Leben am Hofe Jacobs I. in den Jahren 1614/15 vorführen. Wenn wir eine Fülle deutscher Adliger, deren Eintragungen vorliegen, damals in London antreffen, so erklärt sich das aus der allgemeinen Politik, die ja 1613 zur Heirat Friedrichs von der Pfalz mit der Tochter Jacobs I. geführt hatte. Eine niederdeutsche Prosahandschrift des 16. Jahrhunderts handelt vom Abendmahl und der Einsetzung des Sakraments; noch jünger ist eine Sammlung von Planetentafeln mit hochdeutschen Merkversen.

Eine Reihe lateinischer Handschriften der Universitätsbibliothek entstammt Erfurter Klöstern; leider läßt sich nichts Gewisses über die Wanderungen dieser Handschriften feststellen. Hinzuweisen wäre noch auf einen Fascikel mit Abschriften von Bullen und Gültbriefen, die alle den Convent zu Marienheiden in der Erzdiöcese Köln betreffen.

Auch bei der berühmtesten schottischen Bibliothek, der alten Advocates Library zu Edinburgh, war eine Nachprüfung der früheren Auskunft: 'Hier nichts vorhanden!' heilsam. Eine für Erfurter Nonnen geschriebene deutsche Gebetshandschrift des 16. Jahrhunderts enthält eigenartige Fortdichtungen alter Hymnen.

Keinen Ertrag brachten die Signet Library, die New College Library und die Bibliothek der Philosophical Society, alle drei in Edinburgh.

Im Hunterian Museum zu Glasgow legte mir der leitende Bibliothekar Galbraith alle an der Hand eines guten Katalogs vermerkten Handschriften vor. Außer lateinischen Handschriften (einem Computus des Johannes von Saxonia und anderen) fand ich eine von einem Nürnberger Ratsverwandten nach 1583 angelegte Hauspostille in deutscher Sprache, die zahlreiche, anscheinend authentische Aussprüche Luthers festhält. Hinzuweisen wäre ferner auf das hochdeutsche 'Kriegs-Memorial' um 1600, 'so ein Herr in ein frembd Land ziehen will' und auf einen niederdeutschen Psalter.

Neu in die Inventarisierung hineingezogen wurde Irland, wo mir die Bekanntschaft mit dem Director der Nationalbibliothek Lyster wesentlich nützte. Auf seinen Rat und mit seiner Empfehlung versandte ich meine Anfragen; die Antworten trugen so größere Gewähr der Richtigkeit. Die Universitätsbibliotheken zu Belfast und Cork besitzen nichts, ebensowenig die rein katholischen Bibliotheken des Landes, wie mir der Lordbischof von Ossory mitteilte. Von den Dubliner Sammlungen kam allein die schöne Bibliothek des Trinity College in Betracht, wo mir die Freundlichkeit des Assistent librarian Mr. de Burgh die günstigsten Arbeitsbedingungen schaffte. Außer verschiedenen lateinischen Handschriften deutscher Herkunft (z. B. Präceptorium des Johannes Nyder, Consolatorium conscientiae von demselben Verfasser, Sermones des Albertanus Causidicus Brixiensis, Libellus de fundatione ecclesiae consecrati Petri vulgariter Weihenstephan) fanden sich Schriftstücke aus dem Genf Calvins (geschenkt von einem irischen Sammler neuerer Zeit). Über das Religionsgespräch zu Marburg lagen zeitgenössische schweizerische Aufzeichnungen vor, die ich mir copieren ließ. Briefe des 16. und 17. Jahrhunderts, z. B. Heinrich Bullingers, Joa. Jungius, sind vorhanden. Kirchlich-politischen Charakter trägt das Tagebuch eines schottischen Geistlichen (The purpose of my journey in Germany, 1633), das uns mit dem Plane vertraut macht, eine Annäherung zwischen der schottischen Kirche und der lutherischen Norddeutschlands anzubahnen. Für den Historiker ergiebig ist ein zeitgenössischer englischer Bericht über die Schlacht bei Lützen. Eine größere Anzahl deutscher mittelalterlicher

Werke verzeichnete ein alter Bibliothekskatalog (handschriftlich, von 1372) der Kathedrale von York; man wird den aufgeführten Werken dort nachspüren müssen.'

Einige Bibliotheken im Nordwesten Frankreichs bereiste Dr. Buske, der Folgendes berichtet:

'Für die Arbeiten der deutschen Kommission kommen an den vier Bibliotheken zu Rouen, Amiens, Lille und Arras lediglich lateinische Handschriften in Betracht. Fast ausschließlich handelt es sich um theologische Schriften deutscher Autoren, teils mit eingelegten lateinischen Versen, teils ganz in Versform verfaßt. Als Verfasser der erwähnten Werke sind hauptsächlich Alcuin, Rabanus Maurus, Paulus Diaconus, Haimon von Halberstadt, Honorius Augustodunensis, Johann von Hildesheim, Johann von Freiburg, Henricus de Hassia zu nennen, von denen fast eine jede der berücksichtigten Bibliotheken eine oder mehrere Schriften besitzt. Aus der Zeit der Reformation und der Folgezeit fanden sich keine handschriftlichen Überlieferungen, mit einziger Ausnahme der Stadtbibliothek von Rouen. Auch hier, wo die Reformation derartige Verbreitung gefunden hatte, daß nach Aufhebung des Edicts von Nantes die Hälfte der Einwohner die Stadt verließ, ist nur eine lateinische Abhandlung Luthers in einer späteren Abschrift vorhanden. Wenigstens erwähnt seien für Rouen ein Originalbrief von Leibniz an Bossuet über die geplante Einigung der evangelischen und katholischen Kirche und Copien aus der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts von Leibniz' Briefen an Bourguet.

Aus der Stadtbibliothek zu Amiens sind an umfangreicheren Beschreibungen hervorzuheben eine lateinische Sermonenhandschrift, die sich ehemals im Besitz einer Abtei (Himmelrod?) der Diöcese Trier befand, und vor allem eine alte schöne Handschrift vom Liber de cruce des Rabanus Maurus.

Das Archiv der städtischen Bibliothek zu Lille besitzt eine Handschrift der Vita Christi des Ludolf von Sachsen, ein Manuscript der von Konrad v. Eberbach verfaßten Distinctionen des Cistercienserordens mit lateinischen Versstücken religiösen Inhalts, lateinische Tractate Davids von Augsburg. Ferner ist hier zu erwähnen ein lateinisches Vocabularium in Versen und eine Abhandlung des Mathias von Krakau 'De arte bene moriendi', die lateinische Vorschriften für Geistliche bei Gelegenheit von Todesfällen in Versformen enthält.

Die Stadtbibliothek von Arras endlich besitzt als einzige deutsche Handschrift ein Planetenbuch, im 17. Jahrhundert geschrieben, eine Übersetzung aus dem Holländischen. An älteren Handschriften erwähne ich noch besonders die Schrift des Rabanus Maurus De universo mit einem eingelegten Akrostichon auf den Namen Jesus und Versen auf

den Verfasser. Auch besitzt die Bibliothek eine Handschrift mit der Überlieferung eines Schreibens Alcuins an die Mönche von St. Vaast in Arras, dem lateinischen Versgebete für diejenigen Heiligen beigefügt sind, die in dem Kloster besonders verehrt wurden.'

Aus Italien sind uns in diesem Jahre keine Beschreibungen zugeflossen. Eine Reihe von italienischen Fundstellen deutscher Handschriften wies cand. Walther nach.

An den Verzettlungsarbeiten, die Archivar Dr. Behrend leitete, beteiligten sich Dr. Buske, stud. Engel, cand. Gensel, stud. Georgi, stud. Gleitsmann, stud. Kruse, stud. Riess und Dr. Stephan. Die Ordnungsarbeiten führten aus Frl. Bolte, Frl. Ludwig, stud. Georgi, stud. Gleitsmann.

Die Zahl der gesamten Beschreibungen beträgt über 7900, die der Zettel gegen 370000.

Die Bibliothek wurde besonders um Handschriftenreproduktionen vermehrt.

Der Katalog des gedruckten handschriftlichen Materials konnte nicht wesentlich gefördert werden.

Den Archivar beschäftigte wiederholt die Frage, in welcher Weise die Wasserzeichen am besten aufgenommen werden könnten; er erbat und erhielt vom Kgl. Material-Prüfungsamt in Groß-Lichterfelde ein Gutachten über die verschiedenen photographischen Papiere, die dafür in Betracht kommen.

Während seines Urlaubs vertraten den Archivar Hr. Dr. Gille und Hr. Dr. Buske.

In der Leitung der '**Deutschen Texte des Mittelalters**' ist insofern eine Änderung eingetreten, als Hr. Roethe jetzt bei der redactionellen Arbeit und bei den Correcturen durch Hrn. Privatdocenten Dr. Arthur Hübner unterstützt wird, dessen Mitarbeit sowohl der Correctheit und Gleichmäßigkeit der Texte wie einer Anzahl schwieriger und verderbter Einzelstellen förderlichst zu Gute gekommen ist.

Neu ausgegeben wurde im vergangenen Jahre nur Bd. XXIV: 'Mittelhochdeutsche Minnereden I. Die Heidelberger Handschriften 344, 358, 376 und 393, herausgegeben von Kurt Matthäi'. Bd. XXII: 'Das Väterbuch, aus der Leipziger, Hildesheimer und Straßburger Handschrift herausgegeben von Karl Reissenberger', steht dicht vor dem Abschluß; nur am Wortregister wird noch gesetzt. Dagegen konnte der wichtige Bd. XX: 'Rudolfs von Ems Weltchronik, aus der Wernigeroder Handschrift herausgegeben von Gustav Ehrismann', noch immer nicht beendet werden; doch ist der Text selbst

vollständig gedruckt, und der Herausgeber hofft um Ostern mit dem ganzen Werke fertig zu werden. Außerdem ist zur Zeit im Satz Bd. XXV: 'Die Pilgerfahrt des träumenden Mönchs, aus der Berleburger Handschrift herausgegeben von ALOIS BÖMER': merkwürdig zumal durch die große formelle Vernachlässigung dieser wahrscheinlich aus der Originalkladde wiedergegebenen Übersetzung eines sehr beliebten allegorischen Erbauungsbuches; ferner Bd. XXVI: 'Das alemannische Gedicht von Johannes dem Täufer und Maria Magdalena, aus der Wiener und Karlsruher Handschrift herausgegeben von HEINRICH ADRIAN', ein besonders schwieriger Text, der an den Scharfsinn seines Herausgebers große, aber erfolgreiche Anforderungen stellt. Begonnen hat eben der Druck von Bd. XXVII: 'Das Marienleben des Schweizers Wernher, aus der Heidelberger Handschrift herausgegeben von MAX PÄPKE'. Demnächst sollen folgen: 'Der Trojanische Krieg, aus der Göttweicher Handschrift herausgegeben von ALFRED KOPPITZ', und 'Johannes Hartliebs Übersetzung des Dialogus miraculorum von Caesarius von Heisterbach, aus der Handschrift des British Museum herausgegeben von KARL DRESCHER'.

Über die **Wieland-Ausgabe** berichtet das außerordentliche Mitglied der Deutschen Commission, Hr. SEUFFERT, das Folgende:

Der Tod ERICH SCHMIDTS, des bisherigen Leiters der Wieland-Ausgabe, hat einige Stockung veranlaßt. Die Leitung hat zunächst BERNHARD SEUFFERT übernommen, der sich mit den Herausgebern über die Grundsätze der Textgestaltung und besonders über die Einrichtung der Lesarten neu verständigen mußte, zumal durch W. KURRELMEYERS Beobachtungen (Abhandlungen 1913, Phil.-hist. Classe Nr. 7) und anderes die Vorschriften der Prolegomena IV zu erweitern waren.

Im Jahre 1913 sind von Wielands Gesammelten Schriften erschienen: der 4. Band der 2. Abteilung Übersetzungen, Plinius, Horaz, Lucrez, herausgegeben von PAUL STACHEL, noch unter ERICH SCHMIDTS Leitung fertiggestellt; dann der 10. Band der 1. Abteilung Werke, Abderiten, Stilpon, Danischmend, herausgegeben von LUDWIG PFANNMÜLLER. Der 4. Band der 1. Abteilung, den Rest der Jugendwerke enthaltend, herausgegeben von FRITZ HOMEYER und HUGO BIEBER, ist im Satze nahezu vollendet.

Spätestens Ostern 1914 werden die Lesarten zu Bd. 10 der 1. Abteilung, deren ein guter Teil schon auf Fahnen steht, erscheinen. Die Lesarten zu Bd. 1—4 dieser Abteilung gehen demnächst in Druck und werden lieferungsweise ausgegeben werden. Der Text zu Bd. 11 ist von WOLFGANG STAMMLER nahezu druckfertig gestellt.

Zur Herausgabe übernommen und teilweise vorbereitet sind ferner: Bd. 5 der 2. Abteilung von Paul Stachel; aus der 1. Abteilung Bd. 5 und 8 von Karl Polheim, Bd. 6 von Hugo Bieber, Bd. 9 und 12 (hierzu bearbeitet Franz Schultz den Oberon) von Wolfgang Stammler, Bd. 15 von Siegfried Mauermann, Bd. 17 und 18 von Othmar Schissel von Fleschenberg.

In Vertretung des gestorbenen Hrn. Franck berichtet Hr. Oberlehrer Dr. Josef Müller zu Bonn über den Stand der Arbeiten am **Rheinischen Wörterbuch.**

Im Sommer dieses Jahres traf das Rheinische Wörterbuch dadurch ein harter Schlag, daß der Leiter des Werkes, Hr. Geheimer Regierungsrat Franck, durch schwere Erkrankung auf längere Zeit der Leitung entzogen wurde; unmittelbar vor Abschluß dieses Berichtes hat ihn der Tod dahingerafft. Es war unvermeidlich, daß manche Pläne und Entwürfe unter diesen Umständen hinausgeschoben werden mußten; so konnte vor allem die im vorigen Berichte von Hrn. Franck in Aussicht gestellte endgültige Probe noch nicht in Angriff genommen werden, und das Erscheinen der ersten Lieferung zum 100jährigen Jubiläum der Rheinprovinz 1915, die man vorher wohl erhoffen durfte, ist gleichfalls nahezu eine Unmöglichkeit geworden.

Statt der endgültigen Probe entwarf Oberlehrer Dr. Müller für die Marburger Wörterbuchkonferenz (vgl. unten S. 150) eine vorläufige Probe, 34 Spalten stark, umfassend *b—bachwurz*; *dobbel—dobbeltag*; *dopp*; sie war absichtlich so gehalten, daß an wichtigen Punkten (so an der kulturhistorischen Behandlung der Belege) die Kritik einsetzen mußte und durch gegenseitige Aussprache Klärung in wichtigen Fragen erzielt werden konnte. An der Konferenz, deren Protokoll als Manuscript gedruckt Prof. Dr. Wrede (Marburg) herausgegeben hat, nahmen vom Rheinischen Wörterbuche teil: Dr. Müller, Dr. Wrede, Dr. Frings, Dr. Hanenberg.

Den Mitarbeitern wurde zur Anregung als lexikalische Probe der Aufsatz Dr. Müllers 'Der Apfel im Spiegel rheinischer Mundart' (Sonderabzug aus der Zeitschrift für deutsche Mundart 1914, Heft 1) zugesandt. Zur Ausgabe gelangten die Fragebogen 20—22, an deren Beantwortung sich 32 Lehrerseminare mit unermüdlichem Eifer und Erfolg beteiligen; vor Weihnachten wandten wir uns mit dem Fragebogen zum ersten Male auch an die Convicte, von deren Mitwirkung wir uns gleichen Erfolg versprechen.

Im übrigen verfolgen wir nach wie vor den Grundsatz, die selbsttätigen Mitarbeiter zunächst ohne Fragebogen aufs Geratewohl sam-

meln zu lassen; erst wenn die Quelle zu versiegen scheint oder der Eifer nachläßt, helfen wir bei dieser Gruppe durch Fragebogen nach. So haben wir jetzt alle die Mitarbeiter, die in den ersten Jahren tüchtige Sammelarbeit geleistet, nun aber verstummt sind, durch Fragebogen zu neuer Tätigkeit angeregt. Ein auch von den kleinsten Zeitungen aller Richtungen aufgenommener neuer Aufruf brachte eine jüngste Gruppe von 400 Mitarbeitern neu hinzu, von denen schon viele ihre Sammelfähigkeit bewiesen haben. Dadurch, daß auch die amtlichen Schulblätter sich des Werkes angenommen haben, sind endlich auch die Lehrer in der Zahl vertreten, die ihrer Bedeutung entspricht.

Der Bestand an Zetteln beträgt rund 680000; hierbei ist zu beachten, daß die Zettel mit urkundlichen Belegen meist mehrere Stichwörter enthalten, die nach dem Schiebesystem eingeordnet sind.

Einen besonderen Zuwachs erhielt der Apparat durch die von Hrn. Dr. Trense überlassenen Zettel, die besonders den niederfränkischen Teil unseres Gebietes berühren. Wenn wir dem rührigen Mitleiter hier unsern aufrichtigen Dank aussprechen für seine rege Sammeltätigkeit, so möchten wir daran auch den Wunsch knüpfen, daß seine gefestigte Gesundheit ihm eine baldige Mitarbeit wieder gestatte. Zwei umfangreiche ältere Sammlungen, die noch zu verzetteln sind, wurden uns zur Verfügung gestellt: ein niederfränkisches Idiotikon (Xantener Gegend), gesammelt von Oberlehrer Dr. Roesen (gest. 1895), übergab uns die Witwe des Verstorbenen; ein etwa 1840 entstandenes Kölner Idiotikon eines ungenannten Kölner Appellationsgerichtsrates kam durch Frau Oberlehrer Radermacher in unsern Besitz. Den Geberinnen sei unser aufrichtiger Dank gewiß. Das von dem bekannten Kölner Domherrn Alfter in zwei starken Bänden gesammelte niederrheinische Idiotikon (meist urkundliche Belege enthaltend) wurde von uns ausgezettelt.

Im übrigen sind auch manche Mitarbeiter in ihrer Sammeltätigkeit derart fortgeschritten, daß ihre Sammlungen den Umfang selbständiger Idiotika ihrer Mundart erreichen: wir nennen die HH. Kgl. Lokomotivführer a. D. Lutz in Emmerich, Hoeber in Rheindahlen, Düms in Wesel, Protsch in Laubach, Mayer in Lutzerath, Pfarrer Thielen für Mettendorf, Seminardirektor Engels für Körrenzig, Prof. Schmitz für Krefeld. Mit dem Verein 'Trierisch', der umfassende Sammlungen der Trierer Mundart aus älterer und neuester Zeit besitzt und diese zu einem Trierer Wörterbuch verarbeiten will, haben wir uns dahin verständigt, daß uns diese Sammlungen nach Bedürfnis zur Verfügung stehen; dagegen haben wir den Trierern unsere Trierer Belege überlassen. Wie wir hören, schreiten die Arbeiten am Düsseldorfer Wörter-

buch unter Leitung des Hrn. Schriftstellers Müller-Schlösser und des Saarbrückener Wörterbuchs unter Leitung des Hrn. Seminarlehrers Schön rüstig fort, so daß ihr Erscheinen bald in Aussicht steht. Vom Remscheider Wörterbuch, das geplant war, hörten wir nichts mehr.

Wie schon im vorigen Bericht hervorgehoben, ist eine Ausschöpfung der ungedruckten archivalischen Quellen für uns bei den beschränkten wissenschaftlichen Hilfskräften und der unerreichbaren Mitwirkung der Archive selber unmöglich. Um so mehr begrüßen wir dankbar den rüstigen Fortschritt der Arbeiten des Hrn. Dr. A. Wrede am Kölner historischen Sprachschatze, der hauptsächlich die reichen Schätze des Kölner Stadtarchivs ausbeutet. Seine reiche Sammlung wird uns fortlaufend zur Verfügung stehen. Da in der rheinischen Literatur vom 14.—17. Jahrhundert ein Hans Sachs, ein Seb. Brant, ein Fischart fehlt, die zum Teil aus ihrer Mundart ihre Sprachschätze schöpften, so sind wir mehr als anderswo auf die Ausschöpfung der urkundlichen Quellen hingewiesen, wollen wir überhaupt die heutigen Idiotismen in der Vergangenheit belegen. Deshalb müssen wir alle erreichbaren gedruckten Quellen auf Belege hin durchsehen. Bis jetzt sind etwa 980 Bände Urkundenbücher, Chroniken, Zeitschriften, ortsgeschichtlicher und neumundartlicher Literatur mit Erfolg ausgezettelt; mehr Bände noch, die Stoff vermuten ließen und deshalb durchgesehen wurden, boten keine Belege. Diese Arbeit muß fortgesetzt werden; besonders aber sind alte Drucke (Predigtbücher, Legendarien, Kräuterbücher usw.) in den Bereich der Exzerpiertätigkeit zu ziehen. Die Kgl. Bibliothek zu Berlin hat uns auf Vermittlung der Deutschen Kommission einen erleichterten Leihverkehr gestattet. Gefördert wird die Suche nach alten Drucken durch die reichhaltige Liste Kölner Drucke, die uns Hr. Bibliotheksdirektor Prof. Dr. Nörrenberg (Düsseldorf) freundlichst überließ. Von ihm unterstützt, durchforschte Hr. stud. phil. Zeck die Düsseldorfer Stadt- und Landesbibliothek mit Erfolg nach Drucken.

In dem Personalbestande des Bureaus fanden im Berichtsjahre folgende Veränderungen statt: Mit dem 1. April 1913 schied der Assistent Hr. Dr. Schumann aus, um eine Oberlehrerstelle in Essen zu übernehmen. Für ihn trat Hr. Dr. Schwarz wieder ein, der aber wegen seiner Vorbereitungen zum Staatsexamen am 12. Juni die Stelle aufgeben mußte. Jetzt bekleidet Hr. Dr. Hanenberg aus Calcar die Assistentenstelle, der am 1. Juni eintrat. Hr. Dr. Schmoeckel verließ uns am 1. Juli, auch cand. phil. Ferd. Schneider stellte seine Tätigkeit am Wörterbuche ein. Die Hilfsarbeiterinnen Frl. Pflaumer, Seibert und Weidenfeld schieden gleichfalls aus. Heute besteht das Bureau aus folgenden Herren und

Damen: Dr. Hanenberg, Assistent, Frau und Hr. Astemer, Frl. Hünten, Frl. Steitz, Frl. Nobis als Hilfsarbeiter, außerdem noch aus zwei Ordnern und Einstellern.

Über den Fortgang der Arbeiten am '**Hessen-Nassauischen Wörterbuch**' berichtet Prof. Ferd. Wrede in Marburg das Folgende:

'Seit dem vorjährigen Bericht hat sich der Zettelapparat verdoppelt: er umfaßt jetzt gegen 50000 Zettel, die vorwiegend Wort-, nicht Belegzettel sind[1]. Der Zuwachs erstand teils aus der fortgesetzten Verarbeitung der wissenschaftlichen Literatur, der Zeitschriften usw., teils aus den reichen Eingängen, die gleich zu nennen sein werden. Da solche Eingänge prinzipiell sofort in den vorhandenen Apparat hineingearbeitet werden, gab es während des ganzen Berichtsjahres gleichmäßig viel zu tun, so daß der Notbehelf auszusendender Fragebogen immer wieder hinausgeschoben werden konnte. In der letzten Zeit ist bereits mit der provisorischen Aufstellung eines Stichwörterverzeichnisses begonnen worden, aus dem vielleicht ein knappes, populäres Idiotikon ersteht, das dem großen Wörterbuch vorausgehn und für dieses ein nützliches Werbemittel abgeben könnte. Nebenher gingen Vorarbeiten für einen Dialektatlas des Wörterbuchgebietes, indem eine Auswahl Wenkerscher Karten auf großen Maßstab übertragen und eine große Grundkarte gezeichnet wurde, ferner für provinzielle Wortgeographie, indem für etliche Idiotismen durch Antwortkarten aus etwa 300 ausgewählten Orten die Synonyma eingeholt wurden, endlich auch für eine der Dialekt- und Wortgeographie unentbehrliche historische Karte, indem die administrative Einteilung des Gebietes vor 1821 Dorf für Dorf skizziert wurde.

Als Werbemittel dienten im Berichtsjahre in erster Linie Vorträge, die von mir oder meinen Herren Assistenten Dr. Kroh und Dr. Corell in den verschiedensten Gegenden des Gebietes gehalten worden sind, auf Lehrerkonferenzen, in historischen, volks- und heimatkundlichen Vereinen usw., so in Biedenkopf, Cassel, Diez, Dillenburg, Frankenberg, Frankfurt, Gießen, Marburg, Merenberg, Schlüchtern, Usingen, Wabern, Weilburg; nur im Osten des Gebietes, besonders im Fuldischen, bin ich noch etwas im Rückstand. Das Ergebnis war zu-

[1] Ich stehe den üblichen Zettelzahlen und ihrer Bewertung etwas skeptisch gegenüber. Leicht könnte ich für das Hessen-Nassauische Wörterbuch allein aus Wenkers Sprachatlas rund 700000 Belegzettel extrahieren: in ihm ist mein Wörterbuchbezirk mit mehr als 2300 Orten und jeder Ort mit der Dialektform der etwa 300 Vokabeln vertreten, die in Wenkers Sätzen vorkommen.

nächst, daß die Zahl der Helfer gewachsen ist. Unter diesen danke ich hier insbesondere den Herren außerhalb Preußens, nämlich in Gießen, für ihre stete Hilfsbereitschaft, so den HH. Geheimrat Behaghel, Prof. Horn, Kreisschulinspektor Alles. Von den zahlreichen Namen im Preußischen seien hier diesmal nur solche genannt, durch deren Träger bereits wertvolle, ungedruckte Beiträge und Sammlungen an das Wörterbuch abgeführt worden sind: es vermittelte uns Hr. Oberlehrer Dr. Wenderoth (Frankfurt) reiche Sammlungen aus dem Nachlaß von Ed. Bromm (Rauschenberg), Frl. Helene Brehm (Rinteln) über 400 neue Idiotismen aus der Mundart von Abterode, Hr. Lehrer Schwalm (Obergrenzebach) wertvolle Schätze langjähriger Sammelarbeit aus dem Dialekt der Schwalm, Hr. Amtsgerichtsrat Pitel etwa 250 Ergänzungen zu Vilmar aus der Mundart von Homberg, Hr. Kaufmann Fleck etwa 2500 Zettel aus der Mundart von Kohden bei Nidda, Hr. Gemeinderechner Klöckner etwa 600 für Niedermörsbach, Hr. stud. phil. Schwing ein kleines Weilburger Idiotikon; verschiedene kleinere Beiträge steuerten bei die HH. Lehrer Monick (Darmstadt), Schäfer und Schuster (Frankfurt). Von den meisten Sammlern aber, die rege am Werke sind, stehn die Einsendungen noch aus. So ist im Lehrerseminar zu Frankenberg, wo ich durch einen mehrstündigen Kursus von Vorlesungen die dialektologische Arbeit anzuregen suchte, eine große Anzahl von Seminaristen gewonnen: Hr. Seminarlehrer Scholz, der diese Sammlungen leitet, hofft im Laufe des nächsten Jahres 5000 Zettel einsenden zu können; als interessante Einzelheit sei herausgegriffen, daß von dem jetzt wegen der Edertalsperre verschwundenen Dorfe Asel etwa 1200 Belege gesammelt sind. Ähnlich wird im Lehrerseminar zu Usingen gearbeitet, wo Dr. Kroh persönliche Unterweisungen gab. Vom Rheinischen Wörterbuch sind mir ferner jetzt die inhaltreichen Fragebogen zugestellt worden, die das Seminar zu Montabaur ursprünglich für das Rheinische Wörterbuch ausgefüllt hatte. Endlich habe ich eine ganze Anzahl Exemplare von Vilmars Idiotikon von Kurhessen und von Schöners Spezialidiotikon von Eschenrod (Vogelsberg) ausgeliehen, die jetzt in verschiedenen Gegenden verglichen und ergänzt werden.

Für die Arbeitsweise am Wörterbuch gewährte reiche Anregungen eine Konferenz, die im Anschluß an die Marburger Philologenversammlung am 2. Oktober in den Räumen des Sprachatlas und des Hessen-Nassauischen Wörterbuchs abgehalten worden ist. Alle großen Wörterbuchunternehmungen waren vertreten, und mannigfache Erfahrungen aus der Wörterbucharbeit wurden ausgetauscht. Über die mehrstündigen Verhandlungen ist ein kurzes Protokoll als Manuskript gedruckt worden.

Als Assistenten leisteten im Berichtsjahre wertvolle Arbeit Hr. Dr. Corell (aus dem Kurhessischen) von Anfang März bis Mitte Oktober, Hr. Dr. Freiling (aus dem Großherzogtum Hessen) seit September, Hr. Dr. Kroh (aus dem Nassauischen) seit Mitte November, der damit nach Ablauf seines Seminarjahres in Weilburg zu hoffentlich recht langer Wirksamkeit an das Wörterbuch zurückgekehrt ist. Außerdem waren zeitweise beschäftigt die HH. Dr. Bromm, cand. phil. Dörr, Dr. Martin, Dr. Wix. Die genannten Herren, sämtlich am Wenkerschen Sprachatlas dialektologisch vorgebildet, bleiben, ob unmittelbar am Wörterbuch beschäftigt oder nicht, für alle Zeit seine interessierten, sachkundigen Helfer, denen ich viel zu danken habe.'

Über die Arbeiten am '**Preußischen Wörterbuch**' berichtet Hr. Privatdozent Oberlehrer Dr. Ziesemer:

Die Arbeit am Preußischen Wörterbuch ist im vergangenen Jahr von den verschiedensten Seiten gefördert worden, wofür auch an dieser Stelle unser Dank ausgesprochen sei. Hr. Apotheker Sembritzki (Memel) machte uns auf die aus dem Ende des 18. Jahrhunderts stammenden handschriftlichen Nachträge Pisanskis und Ostermeyers zu den Preußischen Wörterbüchern von Bock (1759) und Hennig (1785) aufmerksam, und Hr. Geh. Archivrat Dr. Joachim gestattete gütigst die Benutzung dieses reichhaltigen Materials. Hr. Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Bezzenberger stellte uns in entgegenkommender Weise die der Altertumsgesellschaft Prussia gehörigen handschriftlichen Nachträge zu Frischbier zur Verfügung. Wir durften weiter die reichen Materialien benutzen, die der im Frühjahr 1912 gegründeten volkskundlichen Abteilung der Prussia bisher zugegangen waren. Hr. Pfarrer a. D. Domansky (Danzig) übergab uns zur Verarbeitung seine in früheren Jahren angelegte Sammlung Danziger Provinzialismen. Hr. Oberstleutnant a. D. Stadie (Königsberg) überließ uns seine interessanten, aus Urkunden des hiesigen Staatsarchivs geschöpften sprachlichen Materialien. Die Bearbeitung der auf der Kgl. und Universitätsbibliothek ruhenden handschriftlichen Sammlungen Mühlings wurde beendet.

Wir danken weiter einigen Redaktionen für ihre freundlichen Zuwendungen: die 'Danziger Neuesten Nachrichten' übersandten uns ihre mundartlichen 'Poguttke'-Artikel, das 'Königsberger Tageblatt' die mundartlichen Plaudereien Reichermanns. Der Verlag von A.W. Kafemann (Danzig) überwies uns seine 'Bunten Bilder aus Westpreußen'. Wegen einiger anderer Zuwendungen stehen wir noch in Unterhandlung.

Die sonstige gedruckte Literatur wurde nur wenig in Angriff genommen, doch hebe ich die Verarbeitung der Preußischen Provinzial-

blätter und der ersten zwanzig Bände der Altpreußischen Monatsschrift hervor.

Hr. Prof. Dr. Baesecke hat im Kreise der Studenten Arbeiten im Interesse des Wörterbuchs angeregt. Viele Seminardirektoren, Kreisschulinspektoren, Pfarrer und Lehrer haben — zum Teil nach persönlichen Besprechungen mit mir — in ihren amtlichen Wirkungskreisen für unsre Arbeit Interesse erweckt und uns wertvolle Beiträge übermittelt. Die Zahl der Sammler hat sich weiter vermehrt. Die Namen aller Helfer sollen in kurzem an andrer Stelle bekanntgegeben werden.

Der erste Fragebogen, der im Februar ausging, brachte viel neues Material; der zweite Fragebogen wurde im Lauf des Dezember versandt.

Das alphabetisch eingeordnete Material beläuft sich auf etwa 120000 Zettel.

Unser Assistent Dr. Mitzka unterbrach am 1. Oktober seine Tätigkeit, da er zur Ableistung seines Militärjahres einberufen wurde. Am 1. Juli schied Frl. Kirschnick aus, als neue Hilfsarbeiterinnen traten ein am 1. Juli Frl. Marquardt und am 1. Oktober Frl. Klein.

Über die Tätigkeit der Centralsammelstelle des '**Deutschen Wörterbuchs**' berichtet ihr Leiter Hr. Dr. Johannes Lochner in Göttingen:

'Zum 1. Oktober 1913 wurden die Stellen des zweiten und dritten Assistenten aufgehoben und zwei Hilfsarbeiterinnen entlassen, so daß das Personal der Centralsammelstelle jetzt außer dem Leiter nur noch aus einem Assistenten, Hrn. Dr. Fischer, und einer Hilfsarbeiterin, Frl. Ulrici, besteht.

Hr. Dr. Fischer wurde für die Zeit vom 1. Oktober 1913 bis ebendahin 1914 beurlaubt; ihn vertritt solange der bisherige zweite Assistent, Hr. Vogel.

Diese Verminderung des Personals bedeutet eine tiefgreifende Veränderung, insofern sie zu einer Umgestaltung, d. h. zu einer Herabsetzung und teilweise zur Aufgabe unserer im vorigen Bericht aufgestellten Berechnungen und Pläne zwingt. Vor allem muß die im letzten Jahresbericht erwähnte Vorordnung der Belege künftig wieder wegfallen. Was darin geleistet ist, wird der Centralsammelstelle wenigstens den Vorteil bringen, daß sie für Kollationen weniger in Anspruch genommen wird. Im Berichtsjahre liefen etwa 3000 solcher Zettel ein. Ein anderer Vorteil war der, daß die Centralsammelstelle unzweckmäßige Belege von vornherein aussondern konnte. Dadurch, wie durch Zusammenstellung von ähnlichen Bildungen in den Kom-

positareihen, von Redewendungen unter ein Stichwort u. dgl., ließ sich die Zahl der Artikel oft erheblich herabsetzen.

Die Sammlung umfaßt jetzt 1972000 Belege (gegen das Vorjahr + 115000, von denen etwa 52000 von der Centralsammelstelle selbst, 63000 von Exzerptoren stammen).

An die Mitarbeiter gingen außer den kleinen Nachschüben (in Summa 11500 Zettel) folgende größere Sendungen ab: An Hrn. Prof. Helm etwa 11400 Belege (*—goldz*); Dr. Hübner etwa 10000 (*—grimz*); Dr. Crome 7500 (*—storz*); Dr. von Kralik etwa 13500 (*—tragz*); Prof. Dollmayr etwa 14500 (*—übernz*); Prof. Euling etwa 11500 (*—undz*); Dr. Leopold etwa 12000 (*—veruz*); Prof. Rosenhagen etwa 11000 (*—zubz*); insgesamt also etwa 103000 Zettel. Für einige Mitarbeiter wurden ferner besondere Aufträge erledigt, so eine Reihe von Werken auf bestimmte Wörter hin exzerpiert, Listen von Kompositen hergestellt u. a. m.

Es erschienen im Berichtsjahre folgende Lieferungen:

G = Bd. IV,	Abt. I:	Lief. 2 des 4. Teils von Prof. Wunderlich (*Gewühl—Gezäun*);
T = Bd. XI,	» I:	Lief. 4 von Dr. von Kralik (*Todestanz—Ton*);
U = Bd. XI,	» II:	Lief. 1 von Prof. Dollmayr (*U—überdrängen*);
	» III:	Lief. 2 von Prof. Euling (*unansprächig—unbequem*);
V = Bd. XII,	» I:	Lief. 10 von Dr. Leopold (*verstehen—Versuch*);
	» II:	Lief. 1 von Prof. Meiszner (*Vesche—viel*);
W = Bd. XIII	:	Lief. 11 von Prof. von Bahder (*Wank—Wappen*);
» XIV,	» II:	Lief. 1 von Prof. Sütterlin (*Wilb—Wille*);
Z = Bd. XV	:	Lief. 1 von Prof. Seedorf (*Z—Zähnemangel*).

Kurz vor dem Erscheinen steht Bd. XIV, Abt. II, Lief. 3 von Prof. Götze. Im Druck begonnen sind ferner je eine Lieferung von den HH. Hübner, Crome, Meyer, von Kralik, Dollmayr, Euling, Meiszner, Leopold und Rosenhagen.

Hr. Prof. Helm in Gießen ist jetzt definitiv in die Zahl der Mitarbeiter eingetreten (für *go—graz*). Dagegen hat Hr. Prof. Sütterlin infolge seiner Berufung nach Freiburg i. Br. den ihm anvertrauten Abschnitt in die Hände der Deutschen Commission zurück gegeben.

Die Deutsche Commission war besonders darauf bedacht, die Mitarbeiter auf Einhaltung des Normalumfangs hinzuweisen, der, an sich sehr weitherzig bemessen, durch die reichen Materialien, die die Centralsammelstelle jetzt liefert, einigermaßen bedroht ist.

Orientalische Kommission.

Bericht des Hrn. Eduard Meyer.

Auf dem ägyptischen Gebiet setzte Hr. Dévaud die Ordnung und Bearbeitung des großen Papyrusfundes von Kahun aus dem 19. Jahrhundert v. Chr. weiter fort. Hr. Roeder hat die Veröffentlichung der Inschriften des neuen Reichs aus den Königlichen Museen wesentlich gefördert; das erste Heft ist erschienen, ein zweites ist in Arbeit. Hr. Grapow war wie im vorigen Jahr mit lexikalischen Arbeiten beschäftigt.

Auf assyriologischem Gebiet hat Hr. Otto Schroeder das Kopieren der Amarnatafeln der Vorderasiatischen Abteilung des Berliner Museums zum Abschluß gebracht und mit dem Autographieren der Texte begonnen; das erste Heft wird binnen kurzem ausgegeben werden. Hr. Figulla hat die Ordnung und Abschrift der Geschäftsurkunden aus der Zeit Rimsins und der ersten Dynastie von Babel fortgesetzt; ein Heft mit 105 Textnummern nebst Einleitung und Eigennamenverzeichnis kann demnächst erscheinen, desgleichen eine zusammenfassende Bearbeitung der Daten. Mit dem Ende des Jahres 1913 ist Hr. Figulla ausgeschieden, um im Auftrag der Deutschen Orientgesellschaft die in Konstantinopel befindlichen Tontafeln aus Boghazkiöi zu bearbeiten; die Bearbeitung der babylonischen Geschäftsurkunden des Berliner Museums wird von einer andern Hilfskraft fortgesetzt werden. Die Ordnung und Kopierung des umfangreichen Materials aus Assur wurde von den HH. Ebeling und Pick weiter gefördert; auch hier werden die ersten Hefte der Publikation voraussichtlich bald ausgegeben werden können, die Syllabare und Glossare sowie epische Stücke, Hymnen, Beschwörungen und Omina enthalten sollen. An den im Berliner Museum befindlichen Tafeln aus Boghazkiöi arbeitet seit dem Oktober Hr. Weidner: er hat vor allem eine größere Zahl sehr wichtiger Texte in chetitischer Sprache abgeschrieben und für die Publikation vorbereitet.

Auf dem Gebiet der zentralasiatischen Funde hat Hr. Siegling seine Haupttätigkeit der Bearbeitung der tocharischen Sprachreste gewidmet. Das Druckmanuskript der Texte der Sprachgruppe A ist im wesentlichen fertiggestellt und gemeinsam mit Hrn. Prof. Sieg einer genauen Durchsicht und Durchsprechung unterzogen worden. Außerdem hat Hr. Siegling die Bearbeitung der Buddhastotren des Mātṛceṭa durch das Aufsuchen weiterer Handschriftenfragmente gefördert. Die Lückenhaftigkeit des Materials machte eine vorherige Durcharbeitung der tibetischen Übersetzung des Werks nötig, von der er nach einer von Hrn. Prof. F. W. Thomas in London gütigst überlassenen Transkription eine Abschrift anfertigte. Einen Teil seiner Arbeitszeit nahm ferner

die fortlaufende Sortierung der Brāhmi-Handschriftenreste aus den Ergebnissen der drei Turfanexpeditionen in Anspruch.

Hr. Jansen fuhr fort, die schon veröffentlichten mittelpersischen Handschriften zu verzetteln. Ein vorläufiges Glossar mit beigegebener Übersetzung der Vokabeln wurde zusammengestellt und 200 Handschriften transkribiert. Daneben wurde ein Wörterverzeichnis zu den »Soghdischen Texten I« angefertigt.

Die Arbeit des im Februar des Jahres nach China zurückberufenen Hrn. Wang Yin-Tai hat ein koreanischer Gelehrter, Hr. Kimm Chung-Se übernommen und weitergeführt. Der biographische Index war durch Hrn. Wang Yin-Tai auf 1380, der geographische Index auf 1600 Zettel gebracht worden. Hr. Kimm Chung-Se hat aus dem chinesischen Tripiṭaka weitere 1820 biographische Zettel fertiggestellt.

Dilthey-Kommission.

Bericht des Hrn. Erdmann.

Die Bearbeitung des handschriftlichen literarischen Nachlasses von Wilhelm Dilthey, den die Akademie auf Wunsch des Hrn. Testamentvollstreckers und der Erben im vorigen Jahr zur dauernden Verwahrung und Verwaltung übernommen hat, ist vorerst im wesentlichen auf die Gelehrten beschränkt, die sich zum Zweck einer Ausgabe der »Gesammelten Schriften« von Dilthey unter der formellen Leitung des Testamentvollstreckers zusammengefunden haben. Von dieser Ausgabe ist Bd. II (Aufsätze zur »Weltanschauung und Analyse des Menschen seit Renaissance und Reformation«) mit einigen Nachlaßergänzungen, bearbeitet von Hrn. Misch, Ende vorigen Jahres erschienen. Eine selbständige Neuauflage des Sammelwerks »Das Erlebnis und die Dichtung« ist in Vorbereitung; eine Neuauflage des ersten Bandes vom Leben Schleiermachers mit Nachlaßergänzungen zu dem von Dilthey geplanten zweiten und dritten Bande ist vorgesehen und voraussichtlich gesichert.

Forschungen zur neuhochdeutschen Sprach- und Bildungsgeschichte.

Bericht des Hrn. Burdach.

Im verflossenen Jahr erschien von dem Berichterstatter '*Rienzo und die geistige Wandlung seiner Zeit*' 1. Hälfte (*Vom Mittelalter zur Reformation* II, 1). Es ist in diesem darstellenden Band der Versuch gemacht, den Ertrag der neuen kritischen Rienzo-Ausgabe, die der Unterzeichnete mit seinem Mitarbeiter Paul Piur im vorhergehenden Jahre in zwei Bänden veröffentlicht hatte, fruchtbar zu machen für die Ge-

schichte des Geistes- und Phantasielebens, für die Entwicklung der Ideen, Symbole und Typen poetisch-künstlerischer Gestaltung wie der literarischen, stilistischen und sprachlichen Formen in der großen europäischen Zeitwende und so den Boden aufzudecken, aus dem die neuerstehende deutsche Schrift- und Literatursprache, das Organ der gelehrten, religiösen und literarischen Kämpfe der Reformationsepoche ihre Nahrung zog.

Die Fortsetzung des Unternehmens wurde nach Kräften gefördert. Der Druck der kommentierten kritischen Ausgabe des *Ackermanns aus Böhmen* von Alois Bernt und dem Berichterstatter ist seinem Abschluß nahe. Für den zweiten Teil der Rienzo-Edition, der die Beschreibung aller benutzten Handschriften bringen wird, wie für den VII. Band des Gesamtwerkes (*Petrarcas Briefwechsel mit deutschen Zeitgenossen*) hat Paul Piur während seines vorjährigen Aufenthalts in Italien eine reiche Ernte aus italienischen Bibliotheken eingesammelt und für den Druck hergerichtet. — Für die kritische Ausgabe der Schriften Johanns von Neumarkt, des Kanzlers Karls IV. (Vom Mittelalter zur Reformation, Band VI), hat Dr. Joseph Klapper (Breslau) das druckfertige Manuskript des ersten Teils (Lateinisches Original und deutsche Übersetzung der *Pseudo-Augustinischen Soliloquien*) abgeliefert: der jetzt erst gesicherte deutsche Text berücksichtigt zehn Handschriften und gibt in seinem Lesartenapparat, zwecklose Vollständigkeit meidend, ein klares Bild der syntaktischen und stilistischen Wandlungen, welche die meisterhafte Handhabung der deutschen Sprache in diesem Schriftwerk während der Folgezeit erfuhr; der lateinische Text ist hier zum erstenmal auf Grund zweier Handschriften des 14. Jahrhunderts annähernd in derjenigen Gestalt geboten, die Johann von Neumarkt benutzt hat, während der bisher allein bekannte gedruckte Text so zahllose einschneidende Unterschiede gegenüber der deutschen Version Johanns von Neumarkt aufweist, daß er für die Beurteilung von dessen Übersetzertätigkeit gar nicht in Betracht kommen kann.

Humboldt-Stiftung.

Bericht des Hrn. Waldeyer.

Für das Jahr 1913 waren verfügbar 10700 Mark. Hiervon sind bewilligt worden: 1. an Hrn. Dr. Hans Reck in Berlin 8000 Mark zu geologisch-paläontologischen Forschungen in Deutsch-Ostafrika im Anschluß an die Arbeiten der Tendaguru-Expedition; 2. an Hrn. Professor Dr. Bresslau in Straßburg i. Els. 2700 Mark zu den Kosten einer Reise nach Brasilien zur Erforschung der Phylogenie der Mammarorgane und zu Turbellarienstudien.

An Veröffentlichungen aus den bisher von der Stiftung unterstützten Unternehmungen sind in den Jahren 1912 und 1913 erschienen:

1. Ergebnisse der Planktonexpedition Bd. 3, Lc: L. Rhumbler, Die Foraminiferen (Thalamophoren) Tl. 2, Lief. 1, Lde: F. Dreyer, Die Polycystinen, Lief. 1, Lh 12: A. Borgert, Die Tripyleen-Radiolarien, Atlanticellidae, Tl. 2, Kiel und Leipzig 1913.
2. Fischer, Eugen, Die Rehobothenbastards und das Bastardierungsproblem beim Menschen. Jena 1913.
3. Schultze, Leonhard, Zoologische und anthropologische Ergebnisse einer Forschungsreise im westlichen und zentralen Südafrika, ausgeführt in den Jahren 1903—1905. Bd. 5, Lief. 2. Jena 1913.
4. H. Bluntschli, Naturwissenschaftliche Forschungen am Amazonenstrom. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrg. 58, 1913.
5. H. Bluntschli, Demonstration zur Entwicklungsgeschichte platyrrhiner Affen, von Didelphys marsupialia, Tamandua bivittata und Dasypus marmoratus mit 1 Tafel. Verhandl. d. Anat. Gesellsch. in Greifswald, 1913.
6. H. Bluntschli, Die fossilen Affen Patagoniens und der Ursprung der platyrrhinen Affen. Ebendaselbst 1913.
7. H. Bluntschli, Einige Eindrücke aus Argentinien. Schweizer Argentiner 1913.
8. von Buttel-Reepen, Entomologischer Reisebrief aus Ceylons Bergen. Entomologische Mitteilungen 1912, Nr. 4.
9. A. Forel, Ameisen aus Sumatra, Java, Malakka und Ceylon, gesammelt von von Buttel-Reepen. Zool. Jahrb. herausgegeb. von Spengel, Bd. 36, Heft 1, 1913.
10. Wilh. Sievers, Reise in Peru und Ecuador, ausgeführt 1909. München und Leipzig 1914.

Für das Jahr 1914 stehen 8500 Mark zur Verfügung.

Savigny-Stiftung.

Bericht des Hrn. Brunner.

Vom Vocabularium Jurisprudentiae Romanae ist im Jahre 1913 das zweite Heft des zweiten Bandes (doceo bis ex) veröffentlicht worden. Der Bearbeiter, Hr. Gymnasialdirektor Grupe in Buchsweiler, hofft das Manuskript für das dritte Heft im Laufe des Jahres 1914 einliefern zu können.

Der dritte Band, den Hr. Abraham bearbeiten soll, konnte im verflossenen Jahre nicht weiter gefördert werden.

Vom vierten Band, den Hr. Referendar Lesser bearbeitet, sind sechs Bogen (bis nemo) gedruckt. Bogen 7 und ein Teil von Bogen 8 (bis einschließlich non) stehen im Satz.

Der fünfte Band, dessen erstes 1910 erschienenes Heft Hr. Amtsrichter Volkmar hergestellt hatte, wird von Hrn. Referendar Borchers weiterbearbeitet. Das zweite Heft ist bis Bogen 16 (Artikel si einschließlich) gedruckt, bis zum Worte similis im Satz.

An den Arbeiten für die neue Ausgabe von Homeyers deutschen Rechtsbüchern des Mittelalters hat Hr. Borchling seinen Anteil erledigt. Hr. Professor Julius von Gierke vermochte die von ihm übernommenen Arbeiten noch nicht zum Abschluß zu bringen, hofft aber nach Beginn des Jahres 1914 sich ganz den Rechtsbüchern widmen und die baldige Vollendung seines Arbeitsanteils in Aussicht stellen zu können.

Bopp-Stiftung.

Bericht der vorberatenden Kommission.

Die Kgl. Akademie der Wissenschaften hat am 16. Mai 1913 den Jahresertrag der Bopp-Stiftung in Höhe von 1350 Mark Hrn. Dr. Friedrich Lorentz in Karthaus (Westpreußen) zur Förderung seiner dialektologischen Aufnahmen und Sammlungen zuerkannt.

Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung.

Bericht des Curatoriums.

Aus den im Jahre 1913 verfügbaren Erträgen der Stiftung wurden bewilligt:

6000 Mark zur Fortführung des Wörterbuchs der deutschen Rechtssprache;

4000 Mark zur Fortführung der Ausgabe der ältesten griechischen christlichen Schriftsteller;

4000 Mark zur Fortsetzung der Bearbeitung einer römischen Prosopographie des 4.—6. Jahrhunderts;

6000 Mark als dritte Rate für die Bearbeitung der Flora von Papuasien und Mikronesien;

1600 Mark für eine Ausgabe des Decretum Bonizonis.

Über die Arbeiten an der Kirchenväter-Ausgabe und der Prosopographie berichtet Anlage I, über das Deutsche Rechtswörterbuch Anlage II, über die Bearbeitung der Flora von Papuasien und Mikronesien Anlage III, über die Ausgabe des Decretum Bonizonis Anlage IV.

Von Prof. PHILIPPSONS »Topographischer Karte von Kleinasien« wurde die dritte und letzte Lieferung ausgegeben.

Von Prof. VOELTZKOWS »Reise in Ostafrika in den Jahren 1903 bis 1905« erschienen im verflossenen Jahre:

Wissenschaftliche Ergebnisse, Bd. III, Systematische Arbeiten Heft III (mit 10 Tafeln und 15 Textfiguren), enthaltend: H. SIMROTH, Über die von Hrn. Prof. VOELTZKOW auf Madagaskar und in Ostafrika erbeuteten Vaginuliden nebst verwandtem Material von ganz Afrika (mit 5 Tafeln); G. TORNIER, Bemerkungen über Froschlaiche, die von A. VOELTZKOW auf Madagaskar unter Steinen und auf Blättern gefunden wurden (mit 6 Textfiguren); F. SIEBENROCK, Krokodile von Madagaskar (mit 4 Textfiguren); E. BÖSRAUG, Die Tetractinelliden (mit 4 Tafeln); M. HAGEDORN, Madagassische Ipiden; M. BRAM, Uroplatus fimbriatus in Gefangenschaft (mit 1 Tafel und 5 Textfiguren).

Wissenschaftliche Ergebnisse, Bd. III, Heft IV (mit 8 Tafeln und 10 Textfiguren), enthaltend: O. BOETTGER, Reptilien und Amphibien von Madagaskar, den Inseln und dem Festland Ostafrikas (mit 8 Tafeln und 1 Textfigur); F. KLAPÁLEK, Die bisher aus dem ostafrikanischen Inselgebiet und Mozambique bekannten Neuropteren nebst Beschreibung einiger Myrmeleoniden und Ascalaphiden-Larven (mit 9 Textfiguren); P. LESNE, Bostrychides recueillis à Madagascar et dans l'Afrique orientale par M. M. A. VOELTZKOW et J. HILDEBRANDT; J. BOURGEOIS, Lycides de Madagascar et iles avoisinantes; E. GIGLIO-TOS, Mantidi e Fasmidi di Madagascar, delle Comore e di altre Isole dell'Africa orientale; A. GROUVELLE, Clavicornidae de Madagascar et Afrique orientale; G. SZÉPLIGETI, Braconidae von Madagaskar und anderen Inseln Ostafrikas.

Anl. I.

Bericht der Kirchenväter-Commission für 1913.

Von Hrn. HARNACK.

1. Ausgabe der griechischen Kirchenväter.

In diesem Jahr ist die Ausgabe der Kirchenväter über den 25. Band hinausgekommen.

Ausgegeben wurden:

(24.) das Werk des Origenes Περὶ ἀρχῶν (hrsg. von KOETSCHAU),
(25.) die Chronik des Eusebius-Hieronymus (hrsg. von HELM),
(26.) die Demonstratio evangelica des Eusebius (hrsg. von HEIKEL).

Im Druck befinden sich:

die Philosophumena des Hippolyt (WENDLAND),
die Werke des Methodius (BONWETSCH).

Von dem »Archiv für die Ausgabe der ältesten christlichen Schriftsteller« wurden acht Hefte ausgegeben, nämlich:

Jordan, Armenische Fragmente des Irenäus (Bd. XXXVI, 3).

Harnack, Ist die Rede des Paulus in Athen ein ursprünglicher Bestandteil der Apostelgeschichte? — Judentum und Judenchristentum in Justins Dialog mit Trypho (Bd. XXXIX, 1).

Ganschinietz, Hippolytos' Kapitel gegen die Magier in Philos. IV, 28—42 (Bd. XXXIX, 2).

Harnack, Das Leben Cyprians von Pontius (Bd. XXXIX, 3).

Martin, Studien und Beiträge zur Erklärung und Zeitbestimmung Kommodians; und Gressmann, Nonnenspiegel und Mönchsspiegel des Euagrios Pontikos (Bd. XXXIX, 4).

Bretz, Studien und Texte zu Asterios von Amasea (Bd. XL, 1).

Wutz, Onomastica sacra (Bd. XLI, 1. 2).

Unter den Unterstützungen war die bedeutendste die an Dr. Bärendts (Groningen) gewährte, der sich von seinen sonstigen Verpflichtungen freigemacht hat und seit einer Reihe von Monaten ausschließlich für die Herausgabe der lateinisch erhaltenen alttestamentlichen Kommentare und Homilien des Origenes arbeitet (zur Zeit in Paris).

2. Prosopographia imperii Romani saec. IV—VI.

Die Arbeiten haben ihren ungestörten Fortgang genommen. Hr. Seeck wird eine grundlegende Untersuchung (»Regesten der christlichen Kaiserzeit«) als letzte große Vorarbeit für seinen Teil des Werks im kommenden Jahre zum Druck bringen, und Hr. Jülicher ist schon beim zweiten Tausend druckfertig hergestellter Artikel. Da aber alles vollendet sein muß, bevor der Druck des Ganzen beginnen kann, kann ein früherer Termin als das Jahr 1918 für den Druckanfang nicht ins Auge gefaßt werden. Dieses Jahr aber will Hr. Jülicher als Ziel festhalten, und so darf die Hoffnung ausgesprochen werden, daß einige Jahre darauf das Werk fertig vorliegen wird.

Anl. II.

Bericht der akademischen Kommission für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache über das Jahr 1913.

Von Hrn. Brunner.

Die akademische Kommission hielt am 15. April 1913 zu Heidelberg in den Räumen des Wörterbuch-Archivs ihre elfte Sitzung ab. Anwesend waren die HH. Brunner, Frensdorff, von Gierke, Roethe, Schroeder und die HH. Mitarbeiter Dr. Eschenhagen, von Künssberg, Perels, von Schwerin.

Die Schätzung des Zettelarchivs ergab einen Bestand von 910000 Zetteln. Er hat sich seit der letzten Sitzung um rund 100000 Zettel vermehrt.

Die Kommission beriet über die Herstellung der Wortartikel, von welchen seit September 1911 724 erledigt wurden, und über die Ausfüllung der für den Buchstaben A noch vorhandenen Lücken. Von den Exemplaren des Wörterbuchs, die im Subskriptionswege abgegeben werden dürfen, sind 105 gezeichnet worden, so daß die Liste für abgeschlossen gelten darf.

Angeregt wurde, statt der kursiven Antiqua Frakturschrift zu wählen. Die Entscheidung wurde bis zur Beschaffung von Druckproben vertagt und fiel im Wege schriftlicher Umfrage dahin aus, daß sich die Kommission für die Änderung entschloß.

Von den ständigen Mitarbeitern sind Hr. Dr. Wahl am 1. April 1912, Hr. Dr. Elsässer am 1. April 1913 ausgeschieden. Hr. Dr. Eschenhagen wurde vom 1. April 1913 ab als ständiger Mitarbeiter bestellt.

Der Druck des ersten Heftes hat begonnen. Bogen 1 steht im Satz.

Die Redaktionskommission besteht aus den HH. Schroeder, von Künssberg und Perels. Die Kgl. Preußische Akademie der Wissenschaften hat Hrn. Dr. Eberhard Freiherrn von Künssberg zum Mitglied der akademischen Kommission für das Rechtswörterbuch ernannt.

Über den sonstigen Fortgang des Unternehmens berichtet der wissenschaftliche Leiter wie folgt:

Bericht des Hrn. Schroeder.

Seit der elften Kommissionssitzung haben wir ein weiteres Anwachsen unseres Zettelschatzes um etwa 20000 Zettel zu verzeichnen. Die langsamere Zunahme erklärt sich vor allem aus der strengeren Auswahl, von der schon der letzte Bericht sprechen konnte.

Der Druck des ersten Heftes ist im Gange. Fertiges Manuskript liegt jedoch auch für spätere Teile des Wörterbuchs vor.

Auch diesmal haben wir dankend mannigfacher Förderung unseres Unternehmens durch wohlwollende Freunde zu gedenken. Teils für gelegentliche Beiträge, für einzelne Hinweise und Auskünfte, teils für freundliches Mitlesen der Fahnen sind wir zu Dank verpflichtet den HH.: Dr. Emil Abt, Würzburg; Prof. Dr. K. von Amira, München; Archivrat Dr. Beschorner, Dresden; Prof. Dr. O. Brenner, Würzburg; Prof. Dr. Georg Cohn, Zürich; Prof. Dr. Max Förster, Leipzig; Prof. Dr. Johannes Franck, Bonn; Prof. Dr. Georg Frommhold, Greifswald; Edward Gaillard, Werkend lid der Kon. Vlaamsche Academie, Gent; Dr. Friedrich Graefe, Heidelberg; Oberst a. D. Franz K. Freiherrn von Guttenberg, Steinenhausen; Rechtsanwalt Dr. Kalisch, Berlin;

Dr. Guido Kisch, Prag; Dr. Otto Lerche, Wolfenbüttel; Oberlehrer Dr. Josef Lappe, Lünen; Oberrichter Dr. W. Merz, Aarau; Prof. Dr. Max Pappenheim, Kiel; Archivar Dr. E. Philippi, Münster; Prof. Dr. Gustav Radbruch, Heidelberg; Prof. Dr. Max Rintelen, Prag; Prof. Dr. A. B. Schmidt, Tübingen; der Sammelstelle des Deutschen Wörterbuches, Göttingen; Privatdozenten Dr. Claudius Freiherrn von Schwerin, München; Prof. Dr. Alfred Schultze, Freiburg i. B.; Archivrat Dr. Tumbült, Donaueschingen; Prof. Dr. Hans von Voltelini, Wien; Büchereidirektor Dr. Gustav Wahl, Leipzig; Kgl. Bayer. Reichsarchivrat Dr. P. Wittmann, Büdingen; Prof. Dr. Friedrich von Woess, Innsbruck.

Das Versenden eines Aufrufes an die Archive hat den erfreulichen Erfolg gehabt, daß sich die Archive von Altenburg, Büdingen, Danzig, Darmstadt, Donaueschingen, Dresden, Hamburg, Münster i. W., Oldenburg, Schleswig, Wetzlar, Zerbst bereit erklärten, das Rechtswörterbuch zu fördern; eine stattliche Anzahl wertvoller Beiträge verdanken wir bereits dieser Unterstützung.

Seit Oktober ist im Archiv des Rechtswörterbuches eine Schreibhilfe angestellt.

Die Bücherei erfuhr einige Bereicherungen.

Verzeichnis der im Jahre 1913 ausgezogenen Quellen.

Die österreichischen Beiträge sind mit ** bezeichnet.

Allgemeines Landrecht für die preußischen Staaten: Dr. v. Künssberg.
Anzeiger für Kunde der Deutschen Vorzeit 1860: Frau Frida Schröder.
Archiv für frankfurtische Geschichte 1913: Dr. v. Künssberg.
Arnstadt, Urkundenbuch der Stadt: J. M. Grodsenski, Königsberg.
H. Bächtold, Verlobung im Volks- und Rechtsbrauch: Dr. v. Künssberg.
Baltische Studien 46: Dr. Eschenhagen.
Bamberger Chronik, hrsg. Chroust: M. Heilgemayr, München.
Beiträge zur Geschichte des Stiftes Werden 10.—12.: Admiral a. D. Bachem, Heidelberg.
Bergmann, Geschichte von München: Admiral a. D. Bachem.
Böhlau, Novae constitutiones: Frau Frida Schröder.
J. v. Bohlen, Geschichte des adeligen Geschlechts von Krassow: Prof. Dr. Frommhold, Greifswald.
Böhmisches Stadtrecht 1614. 1720: cand. jur. A. Butta, Prag.
Rechnungen der Stadt Breslau: Max Reisinger, München.
Carstanjen, Ulrich v. Ensingen: Dr. v. Künssberg.
**Clarenberger Urkundenbuch: O. Rusch, Frankfurt a. O.
Codex juris Bavarici judiciarii: G. v. Schwerin, München.
Constitutio criminalis Theresiana: Admiral a. D. Bachem.
Codex diplomaticus Silesiae Bd. 27: Dr. v. Künssberg und Frau Frida Schröder.
Danziger Schöffenbuch: Referendar H. Ehnert, Pegau.
Dortmunder Urkundenbuch II: Dr. G. Eschenhagen.
Ehrenberg, Zeitalter der Fugger: Admiral a. D. Bachem.
Elsässische Monatsschrift 2: Dr. v. Künssberg.
G. Fagniez, Documents relatifs à l'histoire. Paris 1898. 1900: Prof. Dr. Leopold Perels.
**Fischnaler, Urkunden-Regesten aus dem Stadtarchiv in Sterzing: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
**Fontes rerum Austriacarum II. 53. 54. 63f.: Prof. Dr. Ahammer.
Forschungen zur Verfassungs- und Verwaltungsgeschichte der Steiermark 1—5: Prof. Dr. Ahammer.

Freudenstein, Geschichte des Waldeigentums in der Grafschaft Schaumburg. Diss. Marburg 1879: Dr. Eschenhagen und I. Berger, Berlin.
Fugger, Chronik der Familie F.: M. Heilgemayr, München.
**Fugger, Ehrenspiegel: cand. jur. Hermann Frühe, Wien.
Gardelegen, Statuta (Jbb. d. altmärk. Ver. f. vaterl. Gesch. II): Privatdozent Dr. E. Rosenstock, Leipzig.
R. Scholten, Das Zisterzienserinnenkloster Grafenthal: Admiral a. D. Bachem.
**Gubo, Der Cillier Erbfolgestreit: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
**Gubo, Graf Friedrich II. von Cilli: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
Die ältesten hamburgischen Zunftrollen, hrsg. Rüdiger: cand. phil. Stubbendorf, Leipzig.
M. Höfler, Der Wecken (in: Philologische und volkskundliche Arbeiten, Karl Vollmöller zum 16. Oktober 1908 dargetan), Erlangen 1908: Dr. v. Künssberg.
Hamburger Kämmereirechnungen, hrsg. Koppmann: Dr. Breucker, Frankfurt a. M.
**Hammer-Purgstall, Das Leben Khlesls: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
Hoops, Reallexikon (fortlaufend): Dr. v. Künssberg.
**Hormayr, Geschichte der gefürsteten Grafschaft Tirol: cand. jur. H. Frühe, Wien.
Kaisheim, Chronik des Klosters K., hrsg. Hüttner: jur. Landmann, Mannheim.
Kleinere Archive der Rheinprovinz. 1.—3.: Dr. v. Künssberg und I. Berger, Berlin.
**Kleimayrn, Juvavia: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
J. Kohler, Beiträge zur Geschichte des römischen Rechts in Deutschland: cand. jur. M. Heilgemayr, München.
**Krainer Landgerichtsordnung 1534: cand. jur. H. Frühe, Wien.
Kralik, Die deutschen Bestandteile der Lex Bajuwariorum (Neues Archiv 38): Dr. v. Künssberg.
Laiendoctrinal: cand. jur. M. Heilgemayr, München.
Lüneburger Urkundenbuch: Rechtsanwalt Dr. W. Diess, München.
Lünig, Corpus juris feudalis: Dr. H. Mitteis, Bonn.
Magdeburger Weistümer, hrsg. Th. Neumann: cand. phil. B. Lange, Leipzig.
**Melly, Beiträge zur Siegelkunde: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
Memminger Stadtrecht: Dr. v. Künssberg und I. Berger, Berlin.
**Mitteilungen der Archivsektion. 1.—6.: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
Mitteilungen des Vereins für Geschichte von Erfurt. 1.—7. 25.—27.: Dr. Eschenhagen.
Mitteilungen aus dem Fürstenbergischen Archiv: Archivrat Dr. G. Tumbült, Donaueschingen.
Mitteilungen zur Geschichte des Heidelberger Schlosses: Dr. Hans Hellmut Mayer, Rüppurr.
Mitteilungen aus der Stadtbibliothek Königsberg i. Pr. 1. 2.: Dr. Eschenhagen.
**Mitteilungen des Musealvereins für Krain: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
Monumenta Boica 48, 1.: cand. jur. Heilgemayr, München.
Nostitz, Haushaltungsbuch des Fürstentums Preußen 1578: Dr. Eschenhagen.
Recht der deutschen Kaufleute in Nowgorod, hrsg. F. Frensdorff: Richard Schröder und Dr. Eschenhagen.
**Österreichische Urbare I 2 und III 2.: Dr. v. Künssberg.
**Österreichische Weistümer 10. und 11.: Dr. v. Künssberg.
Otterberg, Urkundenbuch des Klosters O.: Rechtsanwalt Dr. Diess, München.
Das Passional, hrsg. Köpke: Dr. Arthur Müller, Berlin.
**Pez, Codex diplomaticus: cand. jur. H. Frühe, Wien.
Pommersche Jahrbücher 15 (Rentenbuch der geistl. Brüderschaften zu Bergen a. R., hrsg. von Frommhold): Frau Frida Schröder, Heidelberg.
Pommersche Monatsblätter 1910: Frau Frida Schröder.
Pufendorf, Observationes 4.: Dr. v. Künssberg und I. Berger, Berlin.
Rheingauer Landbrauch 1643: Dr. W. Alberti, Wiesbaden.
Richthofen, Friesische Rechtsquellen (niederdeutsche Texte): Prof. Dr. His, Münster i. W.
**Rief, Beiträge zur Geschichte von Allerengelberg: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
**Quellen zur Geschichte der Stadt Kronstadt IV: Dr. H. Albrich, Hermannstadt.
**Salzburgische Marktordnungen, hrsg. A. G. Pichler: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
**Unpartheyische Abhandlung von dem Staate Salzburg: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
**Sander, Aktenstücke zur Geschichte Vorarlbergs: Prof. Dr. Ahammer, Wien.

H. Schulze, Hausgesetze der regierenden Fürstenhäuser: M. Reisinger, München.
Schweizerisches Idiotikon. I. II. VII (fortlaufend): Dr. v. Künssberg.
**Schweygers Chronik der Stadt Hall: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
Seelig, Geschichtliche Entwicklung der Hamburger Bürgerschaft: Dr. H. H. Mayer, Rüppurr.
**St. Georgenberg, Chronik der Benediktiner-Abtei S. G.: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
Siegel, Corpus juris cambialis (beendet): Admiral a. D. Bachem.
**Sinnacher, Beiträge zur Geschichte der bischöflichen Kirche Säben: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
Soldan-Heppe: Hexenprozesse: Dr. v. Künssberg.
Spangenberg, Adelsspiegel: Admiral a. D. Bachem.
**Stampfer, Chronik von Meran: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
**Stampfer, Geschichte Merans: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
**Stülz, Geschichte des Zisterzienserklosters Wilhering: Prof. Dr. Ahammer, Wien.
Sudendorf, Registrum oder merkwürdige Urkunden für die deutsche Geschichte: Dr. H. H. Mayer, Rüppurr.
**Mittelalterliche Inventare aus Tirol und Vorarlberg: Dr. v. Künssberg.
Thüringische Geschichtsquellen IX.: M. Reisinger, München.
Urkunden des Stifts genannt Unser-Lieben-Frauen-Werk: Dr. H. H. Mayer, Rüppurr.
Akten und Urkunden der Universität Frankfurt a. O.: Dr. H. H. Mayer, Rüppurr.
Urkundenbuch der Deutschordensballei Hessen: Admiral a. D. Bachem, Heidelberg.
Urkundenbuch zur Geschichte des Reichstags zu Augsburg: cand. jur. Max Heilgemayr, München.
Veröffentlichungen aus dem Archiv der Stadt Freiburg i. B.: Dr. Kurt Ahnert, Heidelberg.
Hermann Wagner, Zur Geschichte der Seemeile, Berlin 1913: Prof. Dr. Leopold Peekel.
**H. Wimbersky, Eine obersteirische Bauerngemeinde: Dr. v. Künssberg.
A. Wuttke, Der deutsche Volksaberglaube der Gegenwart. 3. Aufl.: Dr. v. Künssberg.
Zeitschrift des Harzvereins. 22.: Admiral a. D. Bachem.
Zeitschrift für Rechtsgeschichte. Germ. Abt. 1912: Dr. v. Künssberg.
Zeitschrift für rheinisch-westfälische Volkskunde; bis 1911: Dr. v. Künssberg.
Urkundenbuch zur Geschichte der Stadt Zweibrücken: Dr. S. Höpfl, München.

Anl. III.

Bericht über die Bearbeitung der Flora von Papuasien und Mikronesien.

Von Hrn. Engler.

Im Jahre 1913 sind drei Beiträge zur Flora von Papuasien erschienen. Dieselben enthalten 25 Einzelbeiträge, umfassend 244 Druckseiten mit 28 Textfiguren und 1 Karte.

Dadurch, daß Hr. Ledermann, welcher als Botaniker an der Kaiserin-Augusta-Fluß-Expedition teilnahm, mit einer sehr umfangreichen Ausrüstung zum Sammeln von Pflanzen ausgestattet wurde, war Gelegenheit zur Erweiterung des Studienmaterials gegeben. Die Hoffnungen auf Hrn. Ledermanns Sammeleifer haben sich erfüllt; denn zu den 2040 Nummern des vergangenen Jahres sind noch 3717 hinzugekommen und weitere 8 Kisten mit Pflanzen sind angemeldet.

Ferner gingen dem Botanischen Museum zu von Missionar Wiesenthal in Alexishafen 80 Nummern, von Missionar Peekel in Neu-Mecklenburg 16 Nummern, von Lehrer Höfer auf Saipan (Marianen) 90 Nummern.

Es liegt demnach jetzt ein sehr umfangreiches Material zur weiteren Bearbeitung vor, freilich zum größten Teil aus den unteren Regionen. Wir müssen hoffen, daß sich künftig auch noch die Gelegenheit bieten wird, in den höheren Gebirgsregionen Neuguineas sammeln zu lassen.

Anl. IV.

Bericht über die Arbeiten für das Decretum Bonizonis im Jahre 1913.

Von Hrn. Seckel.

In seiner Sitzung vom 19. Juni 1913 hat das Kuratorium 1600 Mark für die Ausgabe des Decretum Bonizonis bewilligt.

Die Vorarbeiten zu der Ausgabe sind rüstig gefördert worden. Hr. Privatdocent Dr. Perels hat eine Abschrift des cod. Rossian. VIII. 165 der Bibliothek des Jesuitenkollegs zu Wien-Lainz hergestellt, die als Grundlage der Ausgabe dienen soll.

Außerdem wurden untersucht:

durch den Berichterstatter der Bonizo-Codex des Domkapitelarchivs zu Brescia (in Brescia selbst gelegentlich eines Aufenthalts im Herbst 1913);

durch Hrn. Dr. Perels drei Handschriften: 1. der cod. lat. Monacensis 11504; 2. der cod. lat. Vindobonensis 2186; 3. der cod. Florentinus Laurent. Bibl. S. Crucis Plut. XXIII Dext. cod. 5. — Die Handschriften zu 1 und 2 wurden bereitwilligst zur Benutzung nach Berlin gesendet. Von der Handschrift zu 3 wurde nach entgegenkommender Erlaubnis der Direktion der Biblioteca Laurenziana der die Sammlung des Bonizo enthaltende Teil photographiert. Die im Besitz der Akademie (Heckmann-Wentzel-Stiftung) befindliche Photographie ist auf Kosten der Stiftung hergestellt, bleibt aber Eigentum der Biblioteca Laurenziana in Florenz und ist nach Fertigstellung der Ausgabe zurückzugeben.

Vor der Drucklegung bedarf es hauptsächlich noch der Feststellung der kanonistischen Quellen, die Bonizo in sein Werk eingefügt hat. Auch diese Feststellung hat Hr. Dr. Perels bereits zu einem erheblichen Teile erledigen können.

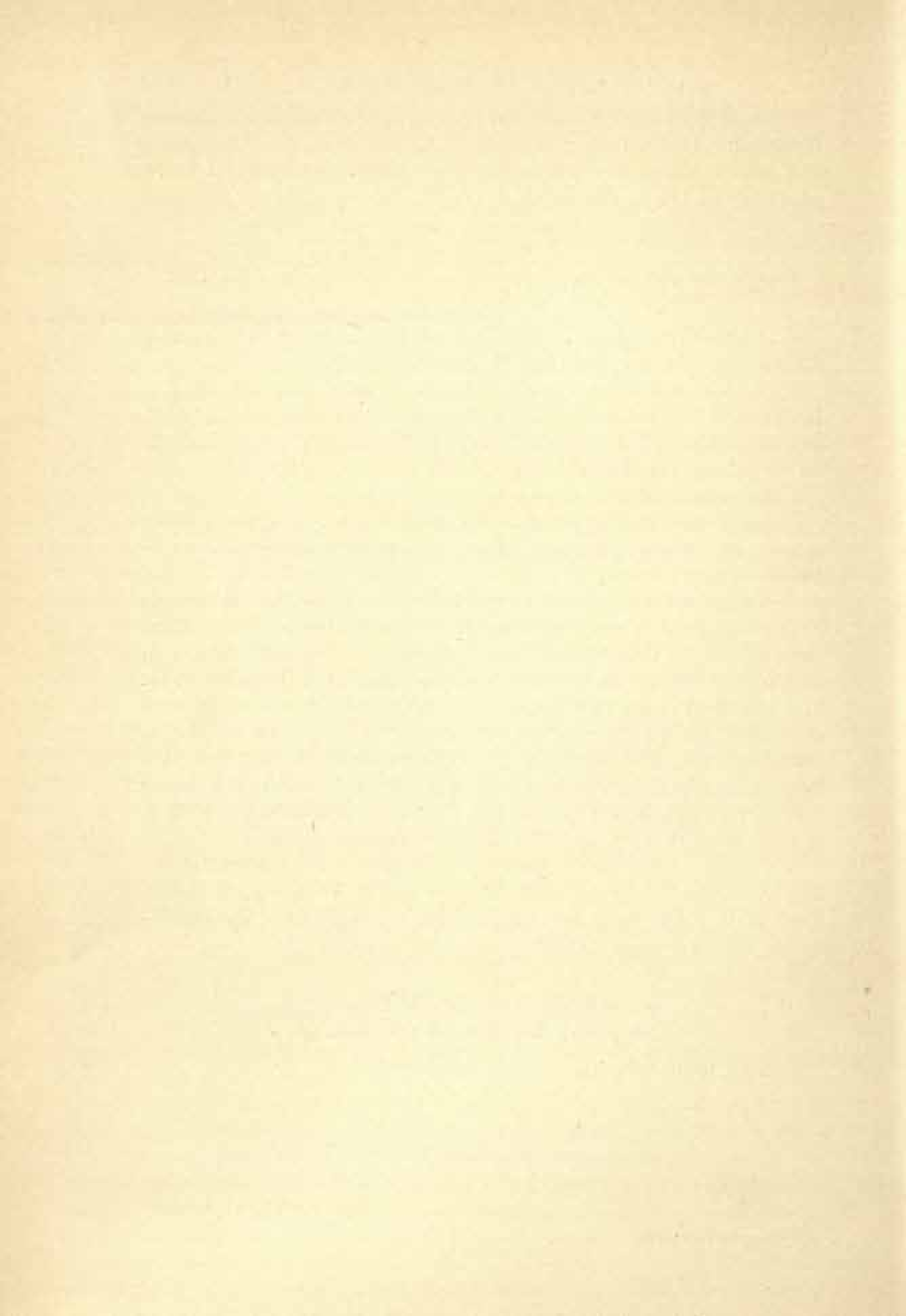
Albert Samson-Stiftung.

Bericht des Hrn. Waldeyer.

Siehe oben Seite 81.

Ausgegeben am 5. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1914.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

5. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Rubens las über eine in Gemeinschaft mit Prof. Dr. H. von Wartenberg ausgeführte Untersuchung: Beitrag zur Kenntniss der langwelligen Reststrahlen.

In dem jenseits 50μ gelegenen Spectralgebiet wurden sieben neue Reststrahlengruppen, nämlich diejenigen von NH_4Cl, NH_4Br, TlCl, TlBr, TlJ, AgCN und $HgCl_2$, beobachtet und ihre mittlere Wellenlänge gemessen. Die Ergebnisse wurden zur Prüfung der Frequenzformeln der HH. Madelung und Lindemann herangezogen.

2. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Hrn. Lüders in der Sitzung der philosophisch-historischen Classe vom 22. Januar vorgelegten Mittheilung des Hrn. Dr. Ernst Herzfeld in Berlin: »Die Aufnahme des sasanidischen Denkmals von Paikūli« in die Abhandlungen des Jahres 1914.

Es wird darin über zwei Reisen nach Paikūli und das unterwegs gesammelte archaeologische Material berichtet. Es wird gezeigt, dass das Denkmal aus der Zeit des Narseh (293—303) stammt, und es wird mitgetheilt, was sich aus dem Monument selbst für die Wiederherstellung der zweisprachigen Inschrift ergiebt.

3. Vorgelegt wurden Lief. 40 des akademischen Unternehmens »Das Tierreich«, enthaltend Salpae II: Cyclomyaria et Pyrosomida bearb. von G. Neumann (Berlin 1913) und W. Sievers, Reise in Peru und Ecuador ausgeführt 1909 (München und Leipzig 1914); zu dieser Reise hatte die Humboldt-Stiftung eine Beihülfe bewilligt.

4. Der philosophisch-historischen Classe der Akademie stand zum 26. Januar d. J. aus der Dr. Carl Güttler-Stiftung ein Betrag von 2300 Mark zur Verfügung; sie hat beschlossen, diese Summe Hrn. Prof. D. Wilhelm Bousset in Göttingen zur Förderung seiner Studien über den Gnosticismus und verwandte Religionsgebiete zuzuwenden.

Die nächste Zuertheilung aus der Dr. Carl Güttler-Stiftung findet am 26. Januar 1915 statt. Es stehen 1700 Mark zur Verfügung, und

zwar diesmal der physikalisch-mathematischen Classe. Der Betrag kann in einer oder mehreren Raten vergeben werden. Die Zuertheilungen erfolgen nach § 2 des Statuts der Stiftung zur Förderung wissenschaftlicher Zwecke, und zwar insbesondere als Gewährung von Beiträgen zu wissenschaftlichen Reisen, zu Natur- und Kunststudien, zu Archivforschungen, zur Drucklegung grösserer wissenschaftlicher Werke, zur Herausgabe unedirter Quellen und Ähnlichem.

Bewerbungen müssen bis zum 25. October d. J. im Bureau der Akademie, Berlin NW 7, Unter den Linden 38, eingereicht werden.

Die Akademie hat das Ehrenmitglied Frau Elise Wentzel geb. Heckmann in der Nacht vom 4. auf den 5. Februar und die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe Heinrich Rosenbusch in Heidelberg am 20. Januar und Sir David Gill in London am 24. Januar durch den Tod verloren.

Beitrag zur Kenntnis der langwelligen Reststrahlen.

Von H. Rubens und H. von Wartenberg.

Solange man noch nicht imstande ist, bei der Untersuchung des langwelligen ultraroten Spektrums eine Methode anzuwenden, welche es gestattet, aus der Gesamtstrahlung einer Lichtquelle jedes gewünschte Wellenlängenbereich in genügender Reinheit und hinreichender Intensität auszusondern, bleibt man auf die Benutzung der Reststrahlenmethode angewiesen, bei welcher diese Aussonderung wenigstens für einige Spektralgebiete mit Hilfe der selektiven Reflexion gewisser Stoffe bewirkt werden kann. Diese Methode wird sich um so fruchtbarer erweisen, je größer die Anzahl und je verschiedener die Wellenlänge der untersuchten Reststrahlenarten ist. Auch aus anderen Gründen erscheint das Studium möglichst zahlreicher Reststrahlengruppen im langwelligen Teil des ultraroten Spektrums geboten. Durch theoretische Untersuchungen von Hrn. E. Madelung[1] und anderen[2] ist die Möglichkeit gegeben, die Frequenz der molekularen Eigenschwingungen, welche derjenigen der Reststrahlen sehr nahe liegt, unter gewissen Annahmen aus den mechanischen und thermischen Eigenschaften der Körper zu berechnen. Eine Prüfung dieser Formeln an der Hand der Ergebnisse der Wellenlängenmessungen möglichst zahlreicher Reststrahlengruppen vermag über die Zulässigkeit der Annahmen, welche jenen Formeln zugrunde liegen, Aufschluß zu geben.

In dem zwischen 50 und 120 μ gelegenen Spektralgebiet sind bisher 10 Reststrahlengruppen[3] beobachtet worden, nämlich diejenigen

---

[1] E. Madelung, Nachrichten der Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen, mathem.-phys. Klasse, 1909, S. 100 und 1910, S. 1.

[2] W. Sutherland, Phil. Mag. (6) 20, S. 657, 1910. F. A. Lindemann, Phys. Zeitschr. 11, S. 609, 1910. A. Stein, Phys. Zeitschr. 11, S. 1209, 1910. A. Einstein, Ann. d. Phys. 34, S. 170, 1911 und 35, S. 679, 1911. M. Born und Th. von Karman, Phys. Zeitschr. 13, S. 297, 1912 und 14, S. 15 und S. 65, 1913. P. Debije, Ann. d. Phys. 39, S. 816, 1912. E. Grüneisen, Ann. d. Phys. 39, S. 293, 1912. H. Alterthum, Verh. d. Dt. Phys. Ges. 15, S. 68, 1913. C. Benedicks, Ann. d. Phys. 42, S. 154, 1913.

[3] Die Wellenlänge der Reststrahlen von Steinsalz und Sylvin wurde zuerst von Rubens und Aschkinass, Wied. Ann. 65, S. 242, 1898, gemessen, diejenige des Salmiaks von E. F. Nichols und W. S. Day, Physical Review 27, S. 225, 1908, diejenige des Bromkaliums und Jodkaliums von Rubens und Hollnagel, diese Berichte S. 26, 1910,

von Steinsalz, Sylvin, Salmiak, Bromkalium, Jodkalium, Kalkspat, Chlorsilber, Bromsilber, Bleichlorid und Kalomel. Die vorliegende Arbeit bildet eine Fortsetzung dieser Untersuchungen. Unter den neuen Substanzen, welche von uns in den Kreis der Betrachtung gezogen worden sind, haben sich die Halogenverbindungen des Ammoniums und Thalliums als besonders geeignet zur Erzeugung von Reststrahlen in dem hier betrachteten Spektralgebiet erwiesen.

Die Herstellung der Reststrahlenplatten geschah nach einer früher von uns beschriebenen[1] und bei dem Bleichlorid bereits angewandten Methode. Die zu untersuchenden Substanzen wurden als feine Pulver zwischen Stahlstempeln mit Hilfe einer hydraulischen Presse bei etwa 300 Atmosphären zu festen Platten zusammengedrückt und diese auf der Drehbank eben abgedreht. Von einem Polieren der Platten wurde wiederum völlig abgesehen, weil sich, wie von Lord Rayleigh zuerst hervorgehoben worden ist[2], die mangelnde Politur der Platten bei der Aussonderung langwelliger Reststrahlen als ein erheblicher Vorteil erweist. Die langwelligen Reststrahlen werden nämlich auch von sehr rauhen Platten noch vollkommen geometrisch reflektiert, während die gewöhnlichen kurzwelligen Wärmestrahlen daran nur diffuse Zerstreuung und dementsprechend große Schwächung erfahren. Die mit Hilfe solcher Platten erzeugten Reststrahlen sind daher meist nach vier Reflexionen, häufig sogar schon nach drei Reflexionen, nahezu vollkommen rein.

Ein Nachteil des beschriebenen Verfahrens zur Herstellung von Reststrahlenplatten macht sich bei anisotropen Körpern bemerkbar. Er besteht darin, daß die einzelnen Pulverkörner in ganz beliebiger, in Beziehung auf die Kristallstruktur vollkommen ungeordneter Weise zusammengepreßt werden. Die mit Hilfe solcher Platten erzeugten Reststrahlen werden daher zweifellos sowohl bezüglich ihrer mittleren Wellenlänge als auch hinsichtlich des Polarisationszustandes von denen verschieden sein, welche man mit großen, gleichmäßig orientierten Kristallplatten desselben Materials erhalten würde. Solche Kristallplatten sind jedoch in den meisten Fällen nicht erhältlich. Von den neuuntersuchten Substanzen sind Sublimat und Thalliumjodür[3] rhombisch, die übrigen sind regulär[4].

---

diejenige des Kalkspats von H. Rubens, Verh. d. Dt. Phys. Ges. 1911, S. 102, diejenige von Chlorsilber, Bromsilber, Bleichlorid und Kalomel endlich von H. Rubens und H. von Wartenberg, diese Berichte S. 530—538, 1913.

[1] Diese Berichte 1913, a. a. O. S. 531.

[2] Lord Rayleigh, Weekly Evening Meeting of the Royal Institution, 29th March, 1901.

[3] Thalliumjodür ist dimorph mit einem Umwandlungspunkt bei etwa 150°. Die bei niederer Temperatur stabile gelbe Modifikation ist rhombisch, die bei höherer Temperatur stabile rote Modifikation dagegen regulär.

[4] Zyansilber ist wahrscheinlich amorph.

Die zur Erzeugung und Beobachtung der Reststrahlen dienende Versuchsanordnung ist mit der früher benutzten[1] in vollkommener Übereinstimmung, so daß auf eine Beschreibung derselben verzichtet werden kann. Es bedarf nur des Hinweises, daß meist vier reflektierende Flächen verwendet wurden und daß sich bei der Messung der Wellenlänge stets eine Quarzschicht von 2 mm Dicke im Strahlengang befand. Diese bestand aus dem Fenster des Mikroradiometers ($d = 0.8$ mm) und aus den beiden Platten des Interferometers von je 0.6 mm Dicke. Verminderung der Wasserdampfabsorption durch Einbauen der Versuchsanordnung in einen Trockenkasten wurde im allgemeinen nicht angestrebt. Nur bei den Versuchen mit Reststrahlen von Ammoniumbromid, bei welchen sich ein besonders scharfer Absorptionsstreifen des Wasserdampfs bemerkbar machte, wurden die Meßreihen bei Anwendung eines Trockenkastens wiederholt.

Die Messung der Wellenlängen geschah wieder mit Hilfe des Quarzinterferometers. Die in dem Folgenden abgebildeten Interferometerkurven geben die beobachteten Mikroradiometerausschläge als Funktion der Luftplattendicke, d. h. des Abstandes der beiden Quarzplatten des Interferometers wieder. Die Dicke der Luftplatte ist in Trommelteilen der Interferometerschraube angegeben, wobei einem Trommelteil eine Dickenänderung von $5.23\,\mu$ entspricht.

Reststrahlen von Ammoniumchlorid. NH_4Cl.

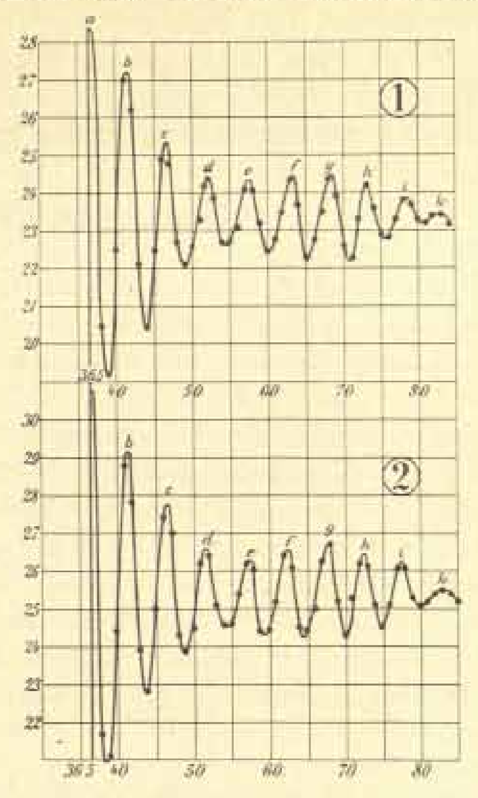
Die Reststrahlen dieser Substanz sind bereits im Jahre 1908 von den HH. E. F. Nichols und W. S. Day untersucht worden. Sie verwendeten Platten aus natürlichen Kristallen des käuflichen Salzes und maßen die mittlere Wellenlänge λ_0 mit Hilfe eines Beugungsgitters. Aus vier gut übereinstimmenden Reihen erhielten sie den Wert $\lambda_0 = 51.4\,\mu$. Hiernach sind die mittleren Wellenlängen von Ammoniumchlorid und Steinsalz nahezu einander gleich. Unter verschiedenen Erzeugungsbedingungen hatte sich die letztere bei unseren früheren Versuchen zu 51.7 bis $53.3\,\mu$ und nach den Messungen der HH. Nichols und Day zu $52.3\,\mu$ ergeben. Es war hiernach zu erwarten, daß sich bei der Aufnahme der Interferenzkurven der Reststrahlen von Ammoniumchlorid derselbe Absorptionsstreifen des Wasserdampfs bemerkbar machen würde, welcher die Zweiteilung der Reststrahlen von Steinsalz bewirkt[2]. In

[1] Die Beschreibung der Versuchsanordnung und der Instrumente findet sich in diesen Berichten 1910, S. 29 und 1913, S. 515. Auch bezüglich der Einzelheiten der Wellenlängenmessung und Bestimmung der Energieverteilung muß auf diese Arbeiten verwiesen werden.

[2] H. Rubens, diese Berichte 1913, S. 522.

Fig. 1.

Reststrahlen von Ammoniumchlorid.



der Tat zeigen die Interferenzkurven **1** und **2** der Figur 1, welche sich auf die Reststrahlen von Ammoniumchlorid bei Benutzung eines Auerbrenners[1] als Lichtquelle und vier reflektierender Flächen beziehen, eine deutliche Schwebung. Die im Strahlengange befindliche feuchte Luftstrecke betrug bei diesen Versuchen 1.6 m. Der absolute Feuchtigkeitsgehalt der Luft schwankte zwischen 5.7 und 6.9 mm. Außer den in Fig. 1 wiedergegebenen Versuchsreihen wurden unter denselben Versuchsbedingungen noch zwei weitere ausgeführt. Aus den beobachteten Interferenzkurven wurden in der früher beschriebenen Weise die für die Konstruktion der Energieverteilungskurven notwendigen Konstanten bestimmt. Wir bedienten uns dabei desselben Näherungsverfahrens, welches früher zur Anwendung gelangte. Über die Wellenlängen der beiden Maxima λ_1 und λ_2 der Energieverteilungskurve sowie über die mittlere Wellenlänge λ_0 des gesamten Strahlenkomplexes gibt die folgende Tabelle I Aufschluß. Die Energieverteilungskurve, welche den Interferenzkurven der Figur 1 entspricht, ist in Fig. 2

[1] Es wurde stets ein gewöhnlicher, aufrechtstehender Auerbrenner ohne Zugglas verwendet.

wiedergegeben. Die zu ihrer Konstruktion benutzten Konstanten λ_1, λ_2, γ_1, γ_2 und $\frac{\phi_2}{\phi_1}$ sind Mittelwerte derjenigen Größen, welche sich aus den vier Versuchsreihen ergaben[1].

Tabelle I.
Reststrahlen von Ammoniumchlorid.

Versuchsreihe Nr.	λ_1	λ_2	λ_0
	μ	μ	μ
1	54.1	46.4	51.7
2	54.4	46.7	52.1
3	53.7	46.0	51.1
4	53.7	46.0	51.1
Mittel	54.0	46.3	51.5

Man sieht, daß der hier erhaltene Durchschnittswert der mittleren Wellenlänge $\lambda_0 = 51.5\mu$ mit dem von den HH. NICHOLS und DAY mit Hilfe des Beugungsgitters gemessenen $\lambda_0 = 51.4\mu$ sehr gut übereinstimmt.

Bei den Reststrahlen von Steinsalz waren unter sonst fast gleichen Erzeugungsbedingungen die charakteristischen Wellenlängen $\lambda_0 = 52.0\mu$, $\lambda_1 = 54.3\mu$ und $\lambda_2 = 47.5\mu$ beobachtet worden[2]. Sie sind also in der Tat von den in Tabelle I angegebenen Werten kaum verschieden. So ist auch die in Fig. 2 wiedergegebene Energieverteilungskurve der

Fig. 2.

[1] Die Bedeutung dieser Konstanten s. diese Berichte 1910, S. 34—41.
[2] Diese Berichte 1913, S. 522.

Reststrahlen von Ammoniumchlorid (Kurve *a*) von derjenigen für Reststrahlen von Steinsalz (Kurve *b*) kaum zu unterscheiden.

Beide Energieverteilungskurven zeigen zwischen 49 und 50 μ ein tiefes Minimum, welches durch den erwähnten Absorptionsstreifen des Wasserdampfs hervorgerufen wird. Bei näherer Betrachtung der Kurven kann man erkennen, daß die Reststrahlen von Chlorammonium etwas inhomogener sind wie diejenigen des Steinsalzes. Dasselbe folgt auch aus den später zu besprechenden Absorptionsmessungen.

Reststrahlen von Ammoniumbromid. NH_4Br.

Es wurden vier Interferenzkurven beobachtet, von welchen drei in Fig. 3 dargestellt sind. In allen Versuchsreihen diente ein Auerbrenner als Lichtquelle. Bei Reihe **5** wurden vier reflektierende Flächen, bei den Reihen **6** und **7** dagegen nur deren drei zur Anwendung gebracht. Ferner besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen den Reihen **5**, **6** und **7** in Beziehung auf die Länge der im Strahlengange befindlichen feuchten Luftstrecke, welche bei Reihe **5** 1.6 m, bei Reihe **7** 3.0 m und bei Reihe **6** nur 0.2 m betrug.

In dem letztgenannten Falle befand sich der größte Teil der Versuchsanordnung in einem dichtschließenden Metallkasten, welcher mit trockener Luft gefüllt war. Um den Eintritt und Austritt der Strahlen zu ermöglichen, war der Kasten mit 0.75 mm dicken Quarzfenstern versehen. Alle Einzelheiten dieser Anordnung sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben worden[1].

Die Kurven der Figur 3 sehen den unter analogen Bedingungen beobachteten Interferenzkurven der Reststrahlen von Sylvin[2] auf den ersten Blick sehr ähnlich. Sie zeigen nicht nur die stark ausgesprochene, sehr charakteristische Schwebung, auch der mittlere Abstand benachbarter Maxima und Minima ist in beiden Gruppen von Kurven fast genau derselbe. Indessen tritt bei sorgfältiger Betrachtung der Unterschied hervor, daß in den Kurven der Figur 3 die Maxima und Minima an denjenigen Stellen, an welchen sie infolge der Schwebung am schwächsten ausgeprägt sind, weiter voneinander entfernt sind, als an den übrigen Stellen der Kurven. Bei den Interferenzkurven der Reststrahlen von Sylvin ist aber, wie früher hervorgehoben wurde, gerade das Gegenteil der Fall. Hieraus ist zu schließen, daß die Kurven der Figur 3, entsprechend unserer alten Bezeichnung[3], dem β-Typus angehören, während die Sylvinkurven unter dem α-Typus fallen. Mit andern Worten: bei den Reststrahlen von Sylvin besitzt

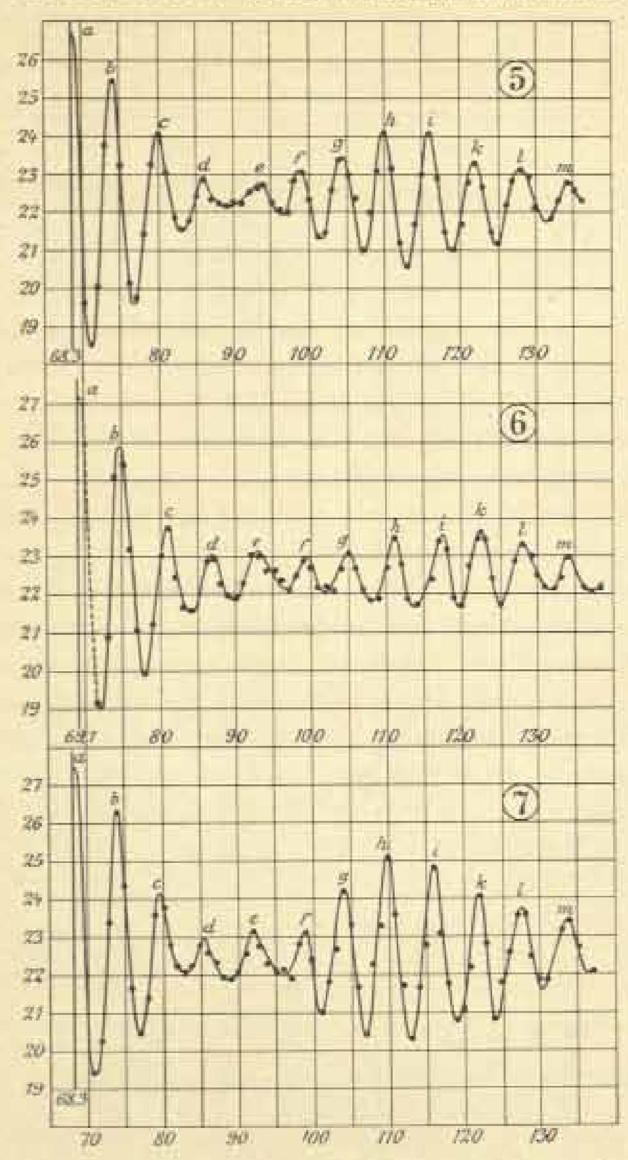
[1] Diese Berichte 1913, S. 515.

[2] Diese Berichte 1913, S. 525.

[3] Diese Berichte 1910, S. 36 und 37.

Fig. 3.

Reststrahlen von Ammoniumbromid.



der Hauptstreifen einen langwelligen Begleiter von geringerer Intensität, bei den Reststrahlen von Ammoniumbromid aber tritt neben dem Hauptstreifen noch ein schwächerer Streifen von kürzerer Wellenlänge auf. Bei beiden Reststrahlenarten hat der Hauptstreifen fast genau dieselbe Wellenlänge; die Wellenlänge des kurzwelligen Begleiters der Reststrahlen von Ammoniumbromid stimmt dagegen fast genau mit derjenigen des Hauptstreifens der Reststrahlen von Steinsalz (54 μ) überein. In Tabelle II sind die charakteristischen Daten, welche sich auf die in Fig. 3 wiedergegebenen Versuchsreihen beziehen, zusammengestellt.

Tabelle II.
Reststrahlen von Ammoniumbromid.

Nummer der Reihe	Zahl der reflektierenden Flächen	Länge des feuchten Luftweges	λ_1	λ_2	λ_0
		m	μ	μ	μ
5	4	1.6 (absolute Feuchtigkeit 5.5 bis 7.0 mm)	62.6	55.3	59.4
6	3	0.2	61.9	55.7	59.4
7	3	3.0	62.3	55.0	59.2
8	3	1.6	62.2	55.2	59.2
		Mittel	62.3	55.3	59.3

Im einzelnen ist zu den Versuchsreihen der Tabelle II bzw. zu den Kurven der Figur 3 noch folgendes zu bemerken:

1. die Vermehrung der Zahl der Reflexionen von 3 auf 4 scheint keinen wesentlichen Einfluß auf die mittlere Wellenlänge und die Zusammensetzung der Strahlung auszuüben;

2. in den Interferenzkurven tritt die Schwebung um so stärker hervor, je mehr Wasserdampf sich im Strahlengange befindet. Besonders deutlich ist dies durch Vergleich der Kurven **6** und **7** zu ersehen. Man erkennt, daß die beiden Maxima der Energieverteilungskurve im Falle der Versuchsreihe **6** nicht nur infolge größerer Dämpfung der Interferenzkurve weniger stark ausgeprägt sind, sondern auch infolge der längeren Schwebung dichter beieinander liegen wie im Falle der Versuchsreihe **7**. Noch viel deutlicher geht dies aus der Betrachtung der Energieverteilungskurven 5ª, 6ª und 7ª hervor, welche in Fig. 4 gezeichnet sind und welche den Interferenzkurven 5, 6 und 7 entsprechen.

Fig. 4.

Nach diesem Befunde kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die Zweiteilung der Reststrahlen von Ammoniumbromid, ebenso wie derjenigen von Steinsalz, Sylvin und Bromkalium, durch einen Absorptionsstreifen des Wasserdampfs hervorgerufen wird, und zwar ergibt sich die Lage dieses Absorptionsstreifens zu 58.5 μ. Bereits aus den früheren Untersuchungen über die Abhängigkeit der Energieverteilung der Reststrahlen von Steinsalz und Sylvin von der im Strahlengange befindlichen Wasserdampfmenge wurde der Schluß gezogen, daß zwischen 56 und 60 μ, etwa bei 58 μ, ein Gebiet besonders starker Wasserdampfabsorption vorhanden sein müsse[1]. Dieser Schluß wird also durch die hier beschriebenen Versuche vollkommen bestätigt. Schon früher wurde darauf hingewiesen, daß der Wasserdampf an allen Stellen des Spektrums zwischen 50 und 120 μ starke, wenn auch erheblich selektive Absorption besitzt und daß man daher in diesem Teile des Spektrums ebensogut von Durchlässigkeitsstreifen wie von Absorptionsstreifen sprechen kann. Als solche Stellen relativ hoher Durchlässigkeit wurden unter anderm die Wellenlängen 54 μ und 62 μ bezeichnet. Wie man sieht, stimmt die Lage dieser Durchlässigkeitsstreifen mit den Wellenlängen der beiden Maxima λ_1 und λ_2 in Fig. 4 fast genau überein.

Reststrahlen von Thalliumchlorür. TlCl.

Unter den Substanzen, aus denen sich durch Pressen brauchbare Reststrahlenplatten herstellen lassen, erschienen uns die Halogenverbindungen des Thalliums, in welchen dieses Element einwertig auftritt, wegen der Einfachheit ihrer chemischen Konstitution zur Untersuchung besonders geeignet. Ferner ließ das hohe Atomgewicht des Thalliums relativ große Wellenlängen der Reststrahlen erwarten. Diese letztere Schlußfolgerung hat sich, wie aus dem folgenden zu ersehen ist, in der Tat bestätigt.

Zur Darstellung des Thalliumchlorürs wurde metallisches Thallium in heißer verdünnter Schwefelsäure gelöst, mit Salzsäure gefällt und der Niederschlag gewaschen und getrocknet. Die gepreßten Platten waren weiß durchschimmernd.

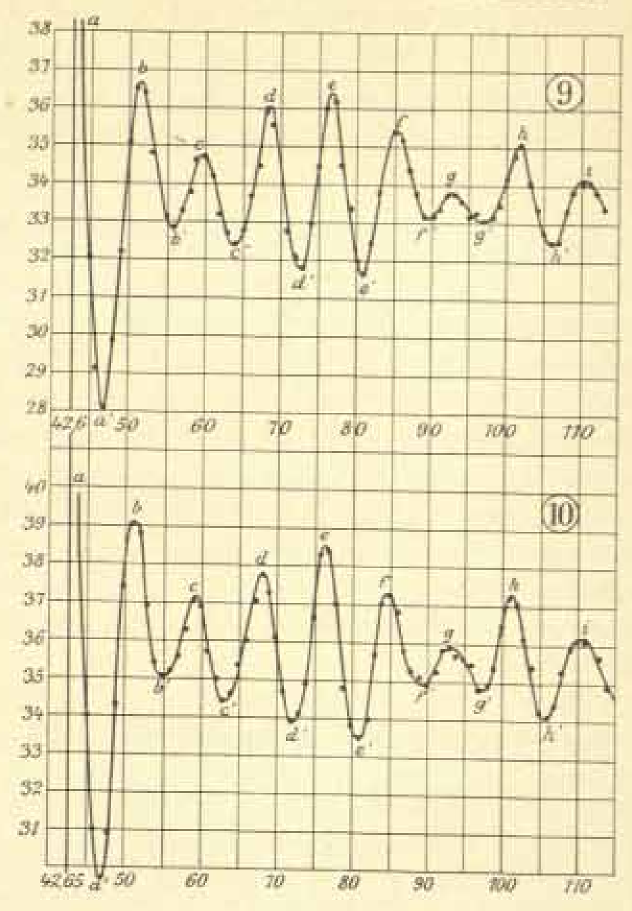
Die Kurven **9** und **10** der Figur 5 entsprechen zwei Versuchsreihen, welche bei Verwendung von vier reflektierenden Flächen und einem Auerbrenner als Lichtquelle aufgenommen worden sind. Die im Strahlengange befindliche feuchte Luftstrecke betrug 1.6 m.

Zunächst erschien die relativ große Intensität dieser ziemlich langwelligen Reststrahlen sehr überraschend. Indessen lehrten die auf-

[1] Diese Berichte 1913, S. 527 und 549.

Fig. 5.

Reststrahlen von Thalliumchlorür.



genommenen Interferenzkurven, daß die Stärke der Strahlung hauptsächlich durch die große spektrale Breite des Gebietes metallischer Reflexion bzw. durch die Inhomogenität der Strahlung verursacht wird. Die Verhältnisse liegen hier ähnlich wie bei den Reststrahlen von Bleichlorid[1], welche nahezu dieselbe mittlere Wellenlänge besitzen, auch sehr inhomogen und daher verhältnismäßig intensiv sind. Auch in Beziehung auf ihre Form sind die Interferenzkurven beider Strahlenarten voneinander nur wenig verschieden. Die Ähnlichkeit tritt besonders deutlich hervor, wenn man die Gruppe f, g, h, i betrachtet, welche in den Interferenzkurven beider Reststrahlenarten nahezu vollkommen übereinstimmt. Auf ein hohes Maximum f folgt ein niedriges g, dann wieder ein höheres h und darauf ein schwach ausgeprägtes i.

Diese Eigentümlichkeit der Interferenzkurven tritt, wie wir früher gesehen haben, auch bei der mittels Quarzlinsen isolierten langwelligen

[1] Diese Berichte 1913, S. 532.

Strahlung des Auerbrenners hervor[1], und es konnte bewiesen werden, daß dieser merkwürdige Verlauf der Interferenzkurven hauptsächlich durch die selektive Absorption des Wasserdampfs bewirkt wird, ohne daß es jedoch gelang, die exakte Form und Lage der entsprechenden Wasserdampfbanden zu berechnen.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, daß die Interferenzkurven der Figur V in ihrem weiteren Verlaufe vorwiegend durch die Absorption des Wasserdampfs beeinflußt werden, und man ist deshalb für die Messung der mittleren Wellenlänge dieser Reststrahlen auf die Auswertung der beiden ersten Maxima *a* und *b* sowie des ersten Minimums *a'* angewiesen. Aus fünf Beobachtungsreihen wurden auf diese Weise für λ_0 die Werte 91.6 μ, 92.4 μ, 90.9 μ und 92.8 μ erhalten. Das Mittel ergibt 91.6 μ, also einen Wert, welcher von der mittleren Wellenlänge der Reststrahlen von Bleichlorid (91.0 μ) nur wenig verschieden ist.

Reststrahlen von Thalliumbromür. TlBr.

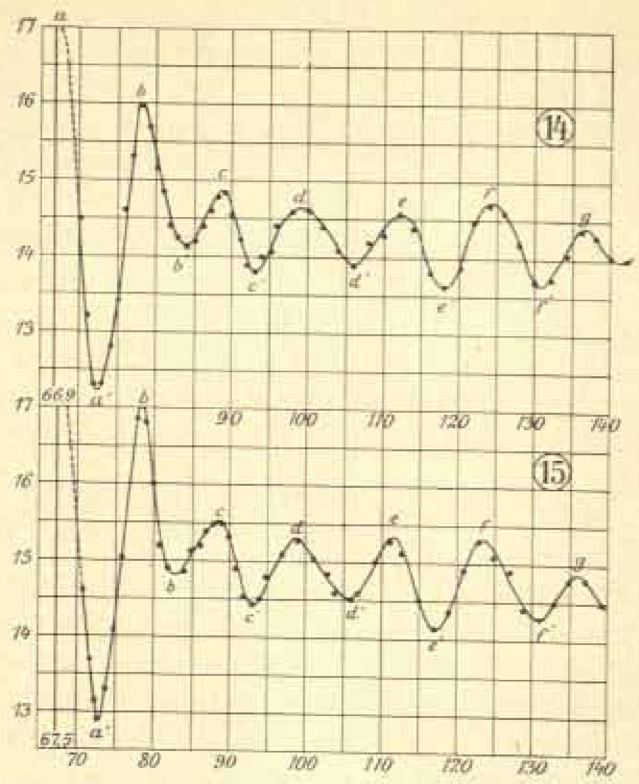
Die Darstellung erfolgte wie bei dem Chlorür, jedoch mit dem Unterschied, daß mit Kaliumbromidlösung anstatt Salzsäure gefällt wurde.

Aus der hohen Durchlässigkeit des Quarzes konnte auf eine sehr große mittlere Wellenlänge der Strahlen geschlossen werden; dennoch erwiesen sie sich als viel intensiver als z. B. die wesentlich kurzwelligeren Reststrahlen von Jodkalium. Bei Anwendung des Auerbrenners als Strahlungsquelle und vier reflektierenden Thalliumbromürplatten erhielten wir einen Mikroradiometerausschlag von etwa 30 mm, welcher beim Einschalten einer Steinsalzplatte auf 1.5 mm zurückging. Die Einführung des Interferometers in den Strahlengang verminderte zwar die Strahlung fast auf die Hälfte; doch blieb sie reichlich stark genug, um eine genaue Aufnahme der Interferenzkurve zu ermöglichen. In Fig. 6 sind zwei derartige Versuchsreihen **14** und **15** wiedergegeben. Aus dem Verlauf der Interferenzkurven kann man auf die Form der Energieverteilungskurven hier nur den Schluß ziehen, daß die Strahlung sehr inhomogen ist. Dies folgt aus der starken Dämpfung der Interferenzkurve in ihrem ersten Teil bzw. aus der beträchtlichen Höhenabnahme der Maxima *a*, *b* und *c*. Wenn man nur die beiden ersten Maxima *a* und *b* sowie das erste Minimum *a'* zur Berechnung der mittleren Wellenlänge heranzieht, so ergeben sich aus den Reihen **14** und **15** die Werte $\lambda_0 = 117.0$ μ und $\lambda_0 = 117.1$ μ. Verwendet man dagegen sämtliche Maxima (*a* bis *g*) und alle Minima (*a'* bis *f'*) gleichmäßig zur Berechnung der mittleren Wellenlänge, so folgt $\lambda_0 = 117.0$ μ und $\lambda_0 = 116.9$ μ, was mit den vorher erhaltenen Resultaten fast genau übereinstimmt. Zwei weitere hier im einzelnen

[1] Diese Berichte 1913, S. 540.

Fig. 6.

Reststrahlen von Thalliumbromür.



nicht mitgeteilte Versuchsreihen lieferten die Werte $\lambda_0 = 116.5\,\mu$ und $117.2\,\mu$. Hiernach kann $\lambda_0 = 117.0\,\mu$ als ein ziemlich genauer Mittelwert für die unter den obwaltenden Versuchsbedingungen erzeugten Reststrahlen von Thalliumbromür gelten. Die Länge der im Strahlengange befindlichen feuchten Luftstrecke betrug bei den ersten beiden Versuchsreihen 1.6 m, bei den übrigen 2.2 m.

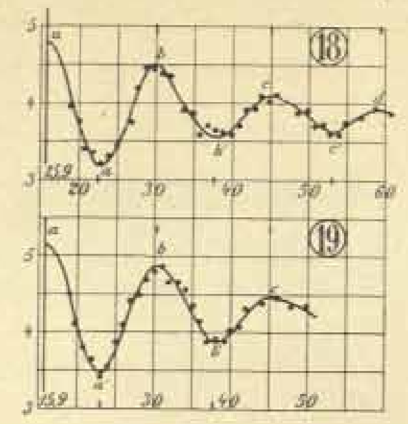
Reststrahlen von Thalliumjodür. TlJ.

Die Substanz wurde in gleicher Weise wie das Chlorür und Jodür, jedoch durch Fällung mit Kaliumjodidlösung gewonnen. Die Platten waren eigelb.

Die Erzeugungsbedingungen der Reststrahlen waren dieselben wie bei denen von Thalliumbromür; der feuchte Luftweg hatte stets eine Länge von 1.6 m. Trotz sorgfältigster Justierung erhielten wir jedoch nur einen Mikroradiometerauschlag von 8 mm, von welchem etwa der zehnte Teil durch verunreinigende Strahlung kurzer Wellenlänge hervorgerufen wurde, wie die Analyse der Strahlung mit Hilfe der Steinsalzplatte ergab. Nach Einschalten des Interferometers reduzierte sich der Ausschlag auf 4.5 mm; er war also noch ausreichend, um die mitt-

Fig. 7.

Reststrahlen von Thalliumjodür.



lere Wellenlänge der Strahlung zu bestimmen. Von den beobachteten Interferenzreihen sind diejenigen, welche die größte Zahl von Einzelbeobachtungen enthalten, durch die Kurven **18** und **19** der Figur 7 wiedergegeben. Kurve **18**, welche unter besonders günstigen Versuchsbedingungen aufgenommen worden ist, zeigt vier deutlich ausgeprägte Maxima und drei Minima. In den übrigen Versuchsreihen wurden nur drei Maxima und zwei Minima beobachtet. Jeder einzelne Punkt der Kurven wurde durch drei oder vier Einzelbeobachtungen festgelegt. Die Entfernung benachbarter Maxima und Minima ergab an allen Stellen der Kurven innerhalb der Fehlergrenzen die gleichen Werte. Es erschien uns deshalb gerechtfertigt, sämtliche Maxima und Minima zur Berechnung der mittleren Wellenlänge zu verwerten. Über die Lage der beobachteten Maxima und Minima der Kurven **18** und **19** gibt die folgende Tabelle III Aufschluß.

Tabelle III.

Reststrahlen von Thalliumjodür.

Reihe Nr.	Maxima	Minima	Mittlere Wellenlänge λ_0
18	$a = 15.9$ $b = 30.1$ $c = 45.2$ $d = 59.5$	$a' = 23.0$ $b' = 38.0$ $c' = 53.0$	$\lambda_0 = 14.60 \times 10.46$ $= 152.9\,\mu$
19	$a = 15.9$ $b = 30.4$ $c = 45.0$	$a' = 23.1$ $b' = 38.0$	$\lambda_0 = 14.59 \times 10.64$ $= 152.5\,\mu$

Die beiden übrigen Reihen ergaben $\lambda_0 = 149.5\,\mu$ und $151.0\,\mu$, so daß man als wahrscheinlichsten Wert für die Wellenlänge dieser Reststrahlenart $151.8\,\mu$ erhält. Aus der starken Dämpfung der Interferenzkurven

ist wiederum zu schließen, daß die untersuchte Strahlung ziemlich inhomogen ist. Bei größerer Homogenität würde die Intensität der Strahlung zu ihrer genaueren Untersuchung wahrscheinlich nicht ausgereicht haben.

Andere Substanzen.

Außer den im vorstehenden genannten Stoffen haben wir noch einige andere daraufhin geprüft, ob sie in dem hier untersuchten langwelligen Spektralbereich ($\lambda > 50\,\mu$) Reststrahlen liefern. Sehr schwache, wenn auch deutlich erkennbare Reststrahlen erhielten wir mit Sublimat und Zyansilber ($HgCl_2$ und $AgCN$). Bei dem Sublimat wurde ein käufliches, feinpulveriges Präparat verwendet, welches trotz intensiven Trocknens den Übelstand zeigte, die Stahlstempel der Presse anzugreifen und daran festzukleben. Beim Abreißen erlitten die Platten leichte Verbiegungen, welche durch Abdrehen auf der Drehbank beseitigt werden mußten. Das Zyansilber wurde aus Silbernitratlösung mit wässeriger Blausäure gefällt, der Niederschlag sorgfältig gewaschen und getrocknet. Das Pressen der Platten bereitete hier keinerlei Schwierigkeiten.

Um festzustellen, ob die geringe Intensität der beobachteten Reststrahlen etwa durch mangelhafte Oberflächenbeschaffenheit der Platten verursacht sei, wurden dieselben mehrfach neu abgedreht und eben geschliffen. Die Größe der Ausschläge wurde jedoch hierdurch nicht merklich geändert. In beiden Fällen erhielten wir Ausschläge von 5 bis 6 mm, welche bei Einschalten einer Steinsalzplatte fast vollkommen verschwanden und von welchen wir deshalb annehmen durften, daß sie von nahezu reinen Reststrahlen herrührten. Da sich die Ausschläge beim Einschalten des Interferometers noch auf die Hälfte verringerten, so wurde hier auf die direkte Messung der Wellenlängen verzichtet, dagegen konnten wir die Wellenlänge dieser Reststrahlen auf indirektem Wege, nämlich durch Beobachtung der Quarzabsorption, mit befriedigender Annäherung ermitteln[1]. Um die Fehler zu vermeiden, welche bei diesen Absorptionsmessungen durch geringe Spuren beigemischter kurzwelliger Strahlung hervorgerufen werden können, wurde stets eine Schicht von dünnem schwarzen Seidenpapier in den Strahlengang eingeschaltet, welche etwa 65 Prozent der langwelligen Reststrahlen hindurchläßt, aber die verunreinigende kurzwellige Strahlung vollkommen absorbiert. Daß die Einschaltung des Seidenpapiers auf die Absorption des Quarzes hier keinen merklichen Einfluß ausübt,

[1] Es wurde früher (diese Berichte 1913, S. 548) darauf hingewiesen, daß man die Wellenlänge unbekannter Strahlenarten in sehr einfacher Weise durch Beobachtung der Quarzabsorption bestimmen kann. Auf die Durchlässigkeitsberechnung für den außerordentlichen Strahl wurde hier wegen der Kleinheit der Ausschläge verzichtet.

wurde mit Hilfe der äußerst kräftigen und sehr reinen Reststrahlen von Thalliumchlorür festgestellt, bei welchen sich stets innerhalb der Fehlergrenzen dieselben Absorptionswerte für die untersuchten Quarzplatten ergaben, gleichgültig, ob die Strahlung durch Seidenpapier filtriert war oder nicht.

Da für sämtliche hier beschriebenen Reststrahlenarten die Durchlässigkeit der erwähnten Quarzplatten gemessen worden ist, so empfiehlt es sich, alle beobachteten Werte in einer Tabelle zusammenzustellen und darin auch diejenigen Zahlen mitanzugeben, welche sich auf die früher untersuchten Reststrahlenarten beziehen[1].

Selektive Absorption des Quarzes.

Unter der Durchlässigkeit (D, D') ist, wie früher, die hindurchgehende Strahlungsintensität ausgedrückt in Prozenten der auffallenden Strahlung zu verstehen, ohne Rücksicht darauf, ob die Schwächung der Strahlung durch Reflexion oder Absorption erfolgt. D bezieht sich auf senkrecht, D' auf parallel zur Achse geschnittene Platten. In beiden Fällen gelten die angegebenen Durchlässigkeiten für unpolarisierte Strahlung. Die Ergebnisse der Absorptionsmessungen sind für sämtliche Reststrahlenarten und 4 Quarzplatten von verschiedener Orientierung und Dicke d in Tabelle IV zusammengestellt. Die Durchlässigkeitswerte gelten für eine Temperatur von 10 bis 12° C. Die in dieser Arbeit neuuntersuchten Reststrahlenarten sind durch ein Sternchen (*) gekennzeichnet. Von den früheren Angaben abweichend ist die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen von Jodkalium nicht mehr zu 96.7 μ[2], sondern zu 94.1 μ angegeben. Es ist dies auf Grund neuer zahlreicher Messungen geschehen, durch welche zweifellos bewiesen ist, daß die früher mit sehr kleinen Ausschlägen (etwa 2 mm) aufgenommenen und dementsprechend ungenauen Interferenzkurven der Reststrahlen von Jodkalium etwas zu große Werte der mittleren Wellenlänge ergeben haben. Die neuen Versuchsreihen, welche mit vier- bis fünfmal größeren Ausschlägen beobachtet worden sind, lieferten Werte der mittleren Wellenlänge zwischen 94.7 und 93.4 μ, im Mittel 94.1 μ. In Übereinstimmung mit den früheren Beobachtungen haben die neuen Messungen wiederum keine Spur einer Schwebung in der Interferenzkurve erkennen lassen. In dem Teile des Spektrums, welcher von den Reststrahlen des Jodkaliums eingenommen wird, scheint hiernach die Wasserdampfabsorption keinen besonders selektiven Charakter zu besitzen. Hierfür spricht

[1] Siehe diese Berichte 1913, S. 543, Tabelle V. In der ersten Spalte dieser Tabelle ist durch ein Versehen Na_2CO_3 an Stelle von $CaCO_3$ gedruckt.

[2] Diese Berichte 1910, S. 52.

auch die Tatsache, daß die Interferenzkurven der Reststrahlen von Jodkalium bei Verringerung der im Strahlengange befindlichen feuchten Luftstrecke von 1.6 m auf 0.2 m sich nur wenig ändern.

Tabelle IV.
Durchlässigkeit des Quarzes.

Reststrahlen	λ_0	D $\perp$ $d = 1.93$ mm	D $\perp$ $d = 3.09$ mm	D $\perp$ $d = 7.16$ mm	D' $\parallel$ $d = 7.39$
	μ	Prozent	Prozent	Prozent	Prozent
NH_4Cl*	51.5	25.1	9.83	2.90	4.01
$NaCl$	52.0	28.2	10.9	2.94	4.23
NH_4Br*	59.3	36.8	17.7	6.56	8.95
KCl	63.4	41.1	21.9	8.48	11.5
$AgCl$	81.5	49.1	32.8	19.2	24.1
KBr	82.6	48.5	32.6	19.1	24.4
$PbCl_2$	91.0	57.8	44.1	31.3	33.9
$TlCl$*	91.6	59.2	46.4	33.9	35.6
$AgCN$*	(93)	61.4	48.8	35.8	37.3
KJ	94.1	61.4	50.3	36.1	37.8
$HgCl_2$*	(95)	61.8	49.8	37.8	38.8
$CaCO_3$	98.7	—	—	40.3	—
Hg_2Cl_2	98.8	63.2	52.7	40.5	41.6
$AgBr$	112.7	68.7	61.5	50.8	51.7
$TlBr$*	117.0	69.2	63.7	53.9	55.0
TlJ*	151.8	—	65.0	58.0	—

Die Zahlen der Tabelle IV lassen erkennen, daß die Durchlässigkeit des Quarzes, welche zwischen 50 μ und 110 μ ziemlich stark mit der Wellenlänge zunimmt, jenseits 110 μ nur noch sehr langsam wächst. Es sind hier schon erhebliche Schichtdicken erforderlich, um die Änderung der Absorption mit der Wellenlänge mit gleicher Genauigkeit wie im kurzwelligen Spektralgebiet zu verfolgen. Die Reststrahlen von Zyansilber und Sublimat fallen jedoch in einen Teil des Spektrums, in welchem die Durchlässigkeit des Quarzes mit der Wellenlänge noch hinreichend stark variiert, um eine angenäherte Bestimmung der Wellenlänge aus der Quarzabsorption zu ermöglichen. Die Durchlässigkeit der Reststrahlen von Zyansilber liegt für sämtliche untersuchten Quarzplatten zwischen den Werten, welche für Reststrahlen von Thalliumchlorür ($\lambda_0 = 91.6\,\mu$) und Jodkalium ($\lambda_0 = 94.1\,\mu$) beobachtet worden sind, und zwar erheblich näher an den letztgenannten Werten. Man wird daher keinen großen Fehler begehen, wenn man die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen von Zyansilber zu 93 μ annimmt. Die Durchlässigkeit der Quarzplatten für die Reststrahlen von Sublimat und Jodkalium scheint wenig verschieden zu sein, doch überwiegt die Durchlässigkeit der erstgenannten Strahlenart ein wenig im Bereiche der größeren Schichtdicken. Unter Berücksichtigung dieses

Umstandes wird man der mittleren Wellenlänge der Reststrahlen von Sublimat einen Wert von etwa 95 μ zuschreiben müssen. Für die Wellenlänge der Reststrahlen von Kalomel war ein nur wenig größerer Wert, nämlich 98.8 μ beobachtet worden.

Es bleibt endlich noch zu erwähnen, daß die Reststrahlen von Ammoniumchlorid in dünnen Quarzschichten erheblich stärker absorbiert werden als die Reststrahlen von Steinsalz, daß aber bei Anwendung dicker Quarzschichten die Absorption für beide Reststrahlenarten nahezu dieselbe ist. Dies deutet auf eine größere Inhomogenität der erstgenannten Strahlenart hin. Den gleichen Schluß hatten wir auch aus der Betrachtung der Energieverteilungskurven gezogen.

Prüfung einiger Formeln zur Berechnung der molekularen Eigenfrequenzen.

Hr. E. Madelung war der erste, welcher den kühnen Gedanken faßte, die ultraroten Eigenfrequenzen der Körper aus ihren mechanischen Eigenschaften zu berechnen, indem er annahm, daß es sich um dieselben Frequenzen handele, welche stehende elastische Schwingungen besitzen, deren halbe Wellenlänge gleich dem Abstande benachbarter Moleküle ist. Er konnte zunächst zeigen, daß man in der Tat auf Grund dieser Vorstellungsweise zu der richtigen Größenordnung der molekularen Eigenfrequenzen geführt wird. Hr. Madelung hat diese Theorie dann für ein kubisches Raumgitter weiterentwickelt, bei welchem sich in den Ecken der Elementarwürfel entgegengesetzt geladene Atome befinden; bei dem Steinsalz würden dies z. B. Natrium- und Chloratome sein. Unter der vereinfachenden Annahme, daß bei chemisch ähnlich gebauten Stoffen die verschiedenen elastischen Konstanten einander proportional seien, gelangt Hr. Madelung zu folgender Formel für die Wellenlänge derjenigen Strahlung, welche der Eigenfrequenz eines Ionenpaares entspricht

$$\lambda_M = C_1 \sqrt{\frac{M_1 M_2}{(M_1 + M_2)^{\frac{1}{3}}} \cdot \varkappa \sqrt[3]{D}}\,. \qquad (1.)$$

Hierin bedeuten M_1 und M_2 die Molekulargewichte der beiden gegeneinander schwingenden entgegengesetzt geladenen Teile des Moleküls, $\varkappa$ die Kompressibilität und D die Dichte des betrachteten Körpers. C_1 ist eine empirisch zu bestimmende Konstante.

Einen wesentlich anderen Weg zur Berechnung der molekularen Eigenfrequenzen hat Hr. F. A. Lindemann eingeschlagen, indem er seiner Theorie eine eigenartige Schmelzpunktshypothese zugrunde legte. Er

nahm an, daß die Schwingungsamplitude benachbarter Moleküle bei dem Schmelzpunkt gerade groß genug sei, um eine Berührung derselben herbeizuführen. Unter dieser Voraussetzung erhielt er für die der molekularen Eigenfrequenz entsprechende Wellenlänge den Ausdruck

$$\lambda = C \sqrt{\frac{M v^{\frac{2}{3}}}{T_s}},$$

worin unter T_s die Schmelztemperatur und unter v das Molekularvolumen $\frac{M}{D}$ zu verstehen ist. Auch diese Formel gilt zunächst nur für die Schwingung der ganzen Moleküle. Man kann sie indessen auch auf die Schwingung der beiden elektrisch geladenen Bestandteile des Moleküls anwenden, wenn man diesen bei ihrer Lagerung im Raumgitter in Beziehung auf die wechselseitig ausgeübten Kräfte volle molekulare Selbständigkeit zuschreibt. Der Körper würde dann seinem Wesen nach als einatomig zu betrachten sein. Die Berechtigung dieser Auffassungsweise, welche auch den Madelungschen Betrachtungen zugrunde liegt, kann zunächst noch nicht streng bewiesen werden, doch erhält sie durch die letzten Untersuchungen der HH. W. H. und W. L. Bragg eine starke Stütze. In die Lindemannsche Formel muß man dann statt der Gesamtmasse des Moleküls die Massen der einzelnen Ionen einführen und dies kann unter gewissen Voraussetzungen[1] nach Hrn. Madelungs Vorgang in der Weise geschehen, daß man M durch den Ausdruck $\frac{2 M_1 M_2}{M_1 + M_2}$ ersetzt. Man erhält dann die Lindemannsche Gleichung in der Form

$$(2.) \qquad \lambda_L = C_2 \sqrt{\frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} \cdot \frac{v^{\frac{2}{3}}}{T_s}}.$$

C_2 ergibt sich als Konstante für sämtliche Stoffe, bei welchen das Verhältnis der Abstände zweier benachbarter Atomzentren zur Summe der beiden Atomradien denselben Wert besitzt. Besonders diese Bedingung, welche vermutlich in vielen Fällen nicht erfüllt ist, macht die Anwendung der Formel unsicher.

Da auch die Ableitung der Madelungschen Formel von Vernachlässigungen und willkürlichen Voraussetzungen nicht frei ist, wird man von vornherein eine genaue Übereinstimmung der beobachteten

[1] Vgl. E. Madelung, Göttinger Nachr., 1910, S. 8.

Reststrahlenwellenlängen mit den Ergebnissen der Formeln (1.) und (2.) nicht erwarten dürfen. Insbesondere ist zu beachten, daß es sich bei den beobachteten Eigenfrequenzen wahrscheinlich nicht um die Schwingungen einzelner Ionenpaare, sondern ganzer Raumgitter[1] handelt, worauf in den genannten Formeln nicht Rücksicht genommen ist.

Weiterhin muß hervorgehoben werden, daß die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen im allgemeinen nicht mit der Eigenfrequenz des Raumgitters übereinstimmt. Bekanntlich ist das Reflexionsvermögen einer Substanz sowohl von ihrem Extinktionskoeffizienten als auch von ihrem Brechungsindex abhängig. Bei stark absorbierenden Körpern bedingt der eigentümliche Verlauf der Brechungsexponenten in der Nähe des Absorptionsstreifens im allgemeinen eine Verschiebung der Stelle maximalen Reflexionsvermögens gegenüber der Stelle stärkster Absorption nach kurzen Wellen[2]. Die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen wird aber nur durch das Reflexionsmaximum beeinflußt, während die wahre Eigenfrequenz der Raumgitter nach der Drudeschen Theorie mit dem Maximum des Extinktionskoeffizienten fast genau zusammenfällt. Es bleibt schließlich noch zu erwähnen, daß im allgemeinen die mittlere Wellenlänge der Reststrahlen auch gegenüber dem Reflexionsmaximum, infolge des Intensitätsabfalles der verwendeten Strahlungsquelle, nach Seite der kurzen Wellen etwas verschoben sein muß. Daß es sich jedoch hierbei nur um geringe Beträge handelt, lehrt die Tatsache, daß die beobachtete mittlere Wellenlänge der Reststrahlen nur wenig von der Zahl der angewendeten reflektierenden Platten abhängt[3].

Sollen die gemessenen Reststrahlenwellenlängen zur Prüfung der Frequenzformeln herangezogen werden, so ist man also zu der weiteren

---

[1] Von diesen Raumgitterfrequenzen ist nach den theoretischen Untersuchungen der HH. Born und von Karman eine sehr große Zahl vorhanden (akustisches Spektrum nach Hrn. Debijes Bezeichnung); jedoch kommen für die Reststrahlenbeobachtungen nur diejenigen mit den größten Schwingungszahlen in Betracht, weil dort die Eigenfrequenzen, ähnlich wie in dem Kopf einer Bande im Verhältnis zu den übrigen Teilen des Spektrums ungemein dicht gelagert sind. Die HH. Born und von Karman haben für Steinsalz und Sylvin mehrere solcher Bandenköpfe berechnet und haben angenommen, daß diesen Bandenköpfen Reststrahlen verschiedener Wellenlänge entsprechen, so bei dem Steinsalz solche von 55, 75, 82 und 106 μ. Dies ist jedoch mit der Tatsache nicht in Einklang zu bringen, daß das Reflexionsvermögen des Steinsalzes hinter $\lambda = 52\,\mu$, wo es mehr als 80 Prozent erreicht, stetig wieder abnimmt und z. B. bei 82 μ nur noch 25.8, bei 108 μ nur noch 20.3 Prozent beträgt, während aus der Dielektrizitätskonstante sich für unendlich lange Wellen der Wert 18.5 Prozent berechnet (vgl. diese Berichte 1910, S. 50 und 1136). Nach allen bisher vorliegenden Messungen ist bei dem Steinsalz jenseits 52 μ jedenfalls kein Gebiet stärkerer metallischer Reflexion mehr vorhanden.

[2] Siehe z. B. T. H. Havelock, Proc of the Roy. Soc. A. Vol. 86, S. 1, 1911.

[3] H. Hollnagel, Dissertation Berlin 1910.

Annahme genötigt, daß bei sämtlichen untersuchten Substanzen diese Wellenlänge zu der Wellenlänge des Absorptionsmaximums in demselben Verhältnis steht. Nach den bisherigen Erfahrungen, welche sich auf den Vergleich der direkt beobachteten Reststrahlenwellenlänge mit der aus Dispersionsmessungen berechneten Wellenlänge der Mitte des Absorptionsstreifens gründen, scheint diese Annahme angenähert erfüllt zu sein.

Alles zur Prüfung der Frequenzformeln (1.) und (2.) erforderliche Zahlenmaterial ist für neun Substanzen von besonders einfachem Bau, welche mit Ausnahme von Thalliumjodür sämtlich regulär sind und für welche die in Betracht kommenden Konstanten zuverlässig bekannt sind, in Tabelle V zusammengestellt.

In der ersten Spalte sind die verschiedenen Substanzen aufgeführt. In der zweiten und dritten finden sich die Atomgewichte M_1 und M_2 der beiden gegeneinander schwingenden Ionen des Moleküls. Dann folgt in der vierten Spalte die Dichte der Substanzen D, und weiterhin in der fünften die Molekularvolumina $v = \frac{M_1 + M_2}{D}$. Die sechste Spalte liefert die Schmelzpunkte T_s und die siebente die Kompressibilitäten $\varkappa$ nach Messungen von Th. W. Richards und G. Jones[1]. In der achten und neunten Spalte endlich sind die Wellenlängen λ_M und λ_L enthalten, welche nach den Formeln der HH. Madelung und Lindemann den molekularen Eigenfrequenzen entsprechen. Die beobachteten mittleren Wellenlängen λ_0 der Reststrahlen sind in der zehnten Spalte zum Vergleich danebengestellt.

Tabelle V.

Substanz	M_1	M_2	D	v	T_s	$\varkappa \cdot 10^{-12}$	berechnet		beobachtet
							λ_M	λ_L	λ_0
							μ	μ	μ
$NaCl$	23.0	35.5	2.17	26.9	1073°	4.11	52.9	50.3	52.0
KCl	39.1	35.5	1.99	37.5	1047	5.03	63.8	65.6	63.4
$AgCl$	107.9	35.5	5.55	25.9	724	2.22	54.6	84.0	81.5
KBr	39.1	80.0	2.76	43.1	1023	6.23	(82.6)	(82.6)	82.6
$TlCl$	204.1	35.5	7.02	34.1	700	4.70	81.3	99.3	91.5
KJ	39.1	126.9	3.07	54.0	965	8.60	100.4	98.1	94.1
$AgBr$	107.9	80.0	6.47	29.0	700	2.59	76.7	116.6	112.7
$TlBr$	204.1	80.0	7.54	37.7	723	5.11	115.3	139.4	117.0
TlJ	204.1	126.9	7.07	46.8	700	6.70	147.1	177.7	151.8

Beide Formeln enthalten eine unbestimmte Konstante (C_1 bzw. C_2). Über diese wurde hier so verfügt, daß für die Reststrahlen von Bromkalium

[1] Zeitschrift für physikal. Chemie 71, S. 152, 1910.

die beobachteten und berechneten Werte der Wellenlänge genau übereinstimmen.

Wie man sieht, ist die Übereinstimmung zwischen den Zahlen der drei letzten Spalten der Tabelle V keine sehr vollkommene. Im ganzen scheint sich die Lindemannsche Formel den Beobachtungen etwas besser anzuschließen, doch ist der Unterschied nicht sehr groß. In den acht Fällen, welche zum Vergleiche herangezogen werden können, ist der beobachtete Wert viermal mit dem aus der Lindemannschen Formel sich ergebenden, und viermal mit dem mit Hilfe der Madelung-Formel berechneten Werte in besserer Übereinstimmung. Meist liegt die beobachtete Wellenlänge zwischen den beiden nach Formel (1.) und (2.) berechneten Werten. Bemerkenswert ist die außerordentlich große Abweichung, welche die Madelungsche Formel für die Eigenfrequenzen der beiden Silbersalze AgCl und AgBr liefert. Die Wellenlängen ergeben sich nach dieser Formel viel zu klein. Es mag dies mit der Tatsache in Zusammenhang stehen, daß die Kompressibilität dieser Salze im Verhältnis zu derjenigen der übrigen Substanzen außerordentlich gering ist und daß hier die vereinfachende Voraussetzung bezüglich der Proportionalität der elastischen Konstanten vielleicht weniger gut erfüllt ist. Im Zusammenhang damit mag noch erwähnt werden, daß die Madelungsche Formel für Jodkalium, dessen Kompressibilität unter den aufgeführten Substanzen den größten Wert besitzt, eine zu große Wellenlänge liefert.

Ersetzt man in der Madelungschen Gleichung den Massenausdruck $\left(\frac{M_1 M_2}{(M_1+M_2)^{\frac{4}{3}}}\right)^{\frac{1}{2}}$ durch $\left(\frac{M_1 M_2}{M_1+M_2}\right)^{\frac{1}{2}}$, so ergeben sich bei geeigneter Bestimmung der Konstanten C die berechneten Wellenlängen von den in der achten Spalte mitgeteilten Werten von λ_M nur wenig verschieden[1]. Die Übereinstimmung mit den beobachteten Wellenlängen λ_0 ist sogar in den meisten Fällen etwas besser als bei den Zahlen der achten Spalte. Auch die Grüneisensche Formel, welche sich von der Lindemannschen Gleichung äußerlich dadurch unterscheidet, daß an Stelle der Schmelztemperatur der Grenzwert des Quotienten aus der spezifischen Wärme dividiert durch den Ausdehnungskoeffizienten tritt, liefert, soweit das spärliche Zahlenmaterial erkennen läßt, Werte, welche meist zwischen den mit Hilfe der Lindemannschen und Madelungschen Formel berechneten Wellenlängen liegen.

[1] Es entspricht dies einem Ansatz, welcher sich aus der Einsteinschen Formel $\lambda = C \cdot M^{\frac{1}{2}} D^{\frac{1}{6}} \kappa^{\frac{1}{2}}$ ergeben würde, wenn man, wie in der Lindemannschen Gleichung, $M = \frac{2 M_1 M_2}{M_1 + M_2}$ setzt.

Leider ist das bisher vorliegende Beobachtungsmaterial noch nicht ausreichend, um eine Entscheidung der Frage zu liefern, welche von den betrachteten Frequenzformeln den Vorzug verdient. Immerhin darf mit einiger Sicherheit behauptet werden, daß die untersuchten Formeln im wesentlichen den Tatsachen gerecht werden, und mehr ist auch bei dem approximativen Charakter der Formeln und der Unsicherheit in der Anwendung der beobachteten Reststrahlenwellenlängen zu dem vorliegenden Zweck nicht zu erwarten. Zu dem gleichen Ergebnis hat auch die Prüfung der Frequenzformeln durch die spezifischen Wärmen geführt.

Ausgegeben am 12. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1914.

VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

12. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Planck.

1. Hr. Liebisch sprach über Krystallisationsvorgänge in binären Systemen aus Chloriden von einwertigen und zweiwertigen Metallen.

Durch thermische und mikroskopische Analyse wurden die in 42 Systemen auftretenden Doppelchloride und Mischkrystallreihen ermittelt. Die Ergebnisse gestatten vergleichende Betrachtungen über die Verbindungsfähigkeit und Mischbarkeit der benutzten Componenten.

2. Hr. Nernst legte eine gemeinsam mit Hrn. Dr. F. Schroers ausgeführte Experimentaluntersuchung über die Bestimmung specifischer Wärmen bei sehr tiefen Temperaturen vor. (Ersch. später.)

Die in den früheren Mittheilungen beschriebene Methode wurde in mehrerer Hinsicht verfeinert; die Temperaturmessung geschah anstatt mit dem Platinthermometer mit einem Kupfer-Constantanelement.

3. Hr. Warburg überreichte eine Mittheilung der HH. Prof. Dr. L. Holborn und Dr. M. Jakob aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt: Über die specifische Wärme c_p der Luft zwischen 1 und 200 Atmosphären.

Die Verfasser finden die Zunahme der specifischen Wärme der Luft bei Drucksteigerung viel kleiner als Lussana, aber in sehr guter Übereinstimmung mit der Berechnung aus dem Thomson-Joule-Effect nach von Linde's Theorie. Bei 60° beträgt die Zunahme zwischen 1 und 200 Atmosphären 21 Procent.

Kristallisationsvorgänge in binären Systemen aus Chloriden von einwertigen und zweiwertigen Metallen.

Von Th. Liebisch und Dr. E. Korreng.

Vor einigen Jahren wurde in Aussicht genommen[1], die Kristallisationsvorgänge bei der Abkühlung von Schmelzflüssen in solchen Stoffsystemen zu untersuchen, die durch erhebliche Beträge der Kristallisationswärmen und Umwandlungswärmen und durch relative Seltenheit von Verzögerungserscheinungen zur Ermittelung der Natur und der Existenzgebiete ihrer kristallisierten Phasen besonders geeignet sind. Inzwischen ist diese Arbeitsrichtung so weit gefördert worden, daß ein zusammenfassender Bericht begonnen werden kann.

Die vorliegende Mitteilung behandelt einige Ergebnisse der thermischen und mikroskopischen Analyse von 42 binären Systemen aus den Chloriden von einwertigen und zweiwertigen Metallen. Die folgenden Berichte werden sich mit ternären Sytemen aus diesen Komponenten beschäftigen.

Da unter den Chloriden durch Polymorphie hervorgerufene Umwandlungen nur vereinzelt auftreten, konnte die mikroskopische Untersuchung der Strukturverhältnisse in der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle nach einem inzwischen verbesserten Verfahren[2] zur Herstellung von Dünnschliffen und Dauerpräparaten befriedigend durchgeführt werden.

Die in der Fußnote[3] genannten Arbeiten, in denen auch über die vorhandene Literatur Auskunft erteilt wird, sollen mit den vorgesetzten Ziffern angeführt werden.

---

[1] Th. Liebisch, Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1909, 867.

[2] E. Korreng, Zentralbl. f. Min. usw. 1913, 408.

[3] (1) W. Botta. $NaCl - AgCl$. Zentralbl. f. Min. usw. 1911, 138.
(2) H. Brand. $NaCl - CdCl_2$; $KCl - CdCl_2$; $NaCl - KCl$; $NaCl - CdCl_2 \cdot KCl$. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. **32**, 627—700. 1911.
(3) H. Gemsky. $NaCl - BaCl_2$; $KCl - BaCl_2$; $NaCl - KCl$. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. **36**, 513—558. 1913.

I.

Als Komponenten binärer Systeme wurden bisher verwendet die Chloride von

Li, Na, K, Rb, Cu, Ag, Tl,
Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Sn, Pb.

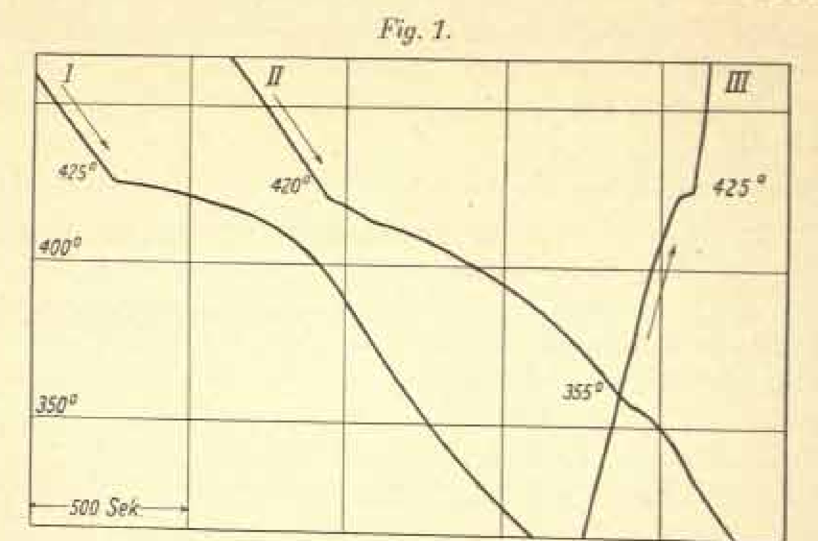
Die Mehrzahl dieser Stoffe erleidet beim Schmelzen in offenen Gefäßen durch den Zutritt atmosphärischer Luft Änderungen der Zusammensetzung unter Bildung von Subchloriden, Doppelchloriden, Oxychloriden oder Oxyden, so daß bei der darauffolgenden Abkühlung eine Bestimmung der Kristallisationstemperaturen nicht ausgeführt werden kann. Es gelang aber, derartige Störungen zu vermeiden durch sorgfältige Trocknung der Präparate und durch Zufuhr von Stickstoff in einen mit einer Schutzglocke versehenen elektrischen Widerstandsofen (5, Fig. 1). Dann blieben während der Abkühlung die von Zersetzungsprodukten herrührenden thermischen Effekte aus, so daß die von Kristallisationsvorgängen erzeugten Wärmetönungen ungestört verfolgt werden konnten.

Als Beispiel hierfür sei Kupferchlorür genannt (5, S. 55).

In der ohne besondere Vorsichtsmaßregeln aufgenommenen Abkühlungskurve II in Fig. 1 wird der Beginn der Kristallisation bei 420° und ein durch die Beimischung von Zersetzungsprodukten hervorgerufener zweiter thermischer Effekt bei etwa 355° angedeutet. Dagegen zeigen die in der indifferenten Atmosphäre beobachtete Abkühlungskurve I und die zur Kontrolle aufgenommene Erhitzungskurve III lediglich die erst bei 425° erfolgende Zustandsänderung.

(4) G. Rack. $NaCl - SnCl_2$; $KCl - SnCl_2$. Zentralbl. f. Min. usw. 1913. 373 bis 379.
(5) E. Korreng. $LiCl - CuCl$; $NaCl - CuCl$; $KCl - CuCl$; $TlCl - MgCl_2$; $TlCl - CaCl_2$; $TlCl - SrCl_2$; $TlCl - BaCl_2$; $TlCl - ZnCl_2$; $TlCl - CdCl_2$; $TlCl - SnCl_2$; $TlCl - PbCl_2$. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. **37**, 51 bis 124. 1913.
(6) E. Vortisch. $NaCl - SrCl_2$; $NaCl - BaCl_2$; $KCl - SrCl_2$; $KCl - BaCl_2$; $SrCl_2 - BaCl_2$; $2KCl \cdot SrCl_2 - 2KCl \cdot BaCl_2$. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. **38**.
(7) K. Treis. $LiCl - PbCl_2$; $NaCl - PbCl_2$; $KCl - PbCl_2$; $RbCl - PbCl_2$; $AgCl - PbCl_2$; $NaCl - KCl$; $2KCl \cdot PbCl_2 - NaCl$. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. **37**.
(8) W. Schaefer. $CaCl_2 - SrCl_2$; $CaCl_2 - BaCl_2$. N. Jahrb. f. Min. usw. 1914. 15—24.
(9) W. Schaefer. $SrCl_2 - BaCl_2$; $LiCl - NaCl$; $LiCl - KCl$.
(10) K. Scholich. $NaCl - MgCl_2$; $NaCl - CaCl_2$; $NaCl - SrCl_2$; $NaCl - KCl \cdot MgCl_2$; $NaCl - 2KCl \cdot SrCl_2$; $KCl - MgCl_2$; $KCl - CaCl_2$; $KCl - SrCl_2$.
(11) E. Vortisch. $LiCl - CdCl_2$.
(12) G. Rack. $LiCl - SnCl_2$.

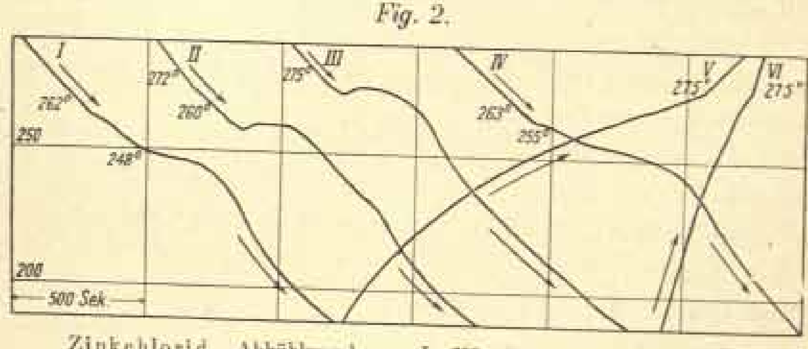
Fig. 1.



Kupferchlorür. Abkühlungskurven I, II. Erhitzungskurve III.

Durch den mit dem Ofen verbundenen Rührapparat konnten in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle Unterschreitungen der Kristallisationstemperaturen von mehr als 2° vermieden werden. Dabei betrug die Abkühlungsgeschwindigkeit bei 800° etwa 0,25° und bei 300° etwa 0,11° in einer Sekunde. Stärkere Unterkühlungen boten nur Zinkchlorid und Zinnchlorür dar; diese Chloride halten auch in dünnflüssigen Schmelzen noch Wasser fest und gehen bei der Abkühlung in einen zähen amorphen Zustand über, bevor sie kristallisieren (5, S. 70, 73). Den Einfluß der Versuchsbedingungen auf die Gestalt der Abkühlungskurven von Zinkchlorid erläutert Fig. 2.

Fig. 2.



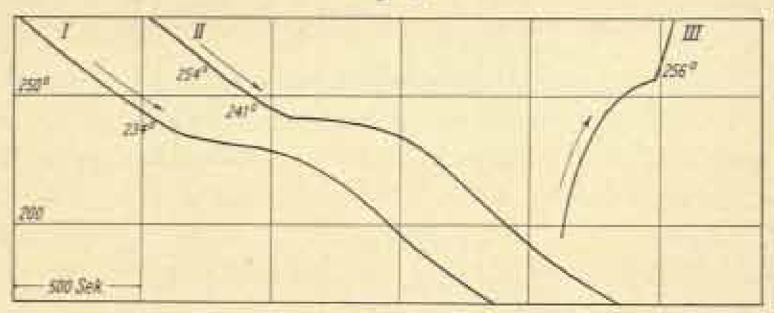
Zinkchlorid. Abkühlungskurven I—IV. Erhitzungskurven V, VI.

Weder durch langsames Rühren nach einer Erhitzung der Schmelze auf 350° (Kurve I) oder 550° (Kurve IV) noch durch schnelleres Rühren (Kurve II) wurde erreicht, daß durch Wärmeentwickelung die Kristallisationstemperatur auf ihren normalen Wert anstieg. Erst durch Verbindung von energischer Durchrührung der Schmelze mit recht-

zeitigem Impfen erfolgte nach einer geringen Unterkühlung von 3—4° die Kristallisation schon bei 275° (Kurve III). Dieser Wert entspricht dem durch einen Knick angezeigten Beginn der Kristallisation in dem Versuche II. Er findet sich überdies sehr deutlich ausgeprägt in den Erhitzungskurven V und VI. Ähnlich verhält sich Zinnchlorür (Fig. 3).



Fig. 3.



Zinnchlorür. Abkühlungskurven I, II. Erhitzungskurve III.

Zwischen Zimmertemperatur und Schmelztemperatur erfährt nur Bariumchlorid eine umkehrbare Zustandsänderung: durch Erhitzung dieses Stoffes erfolgt bei etwa 925° eine Umwandlung der monoklinen α-Modifikation in die reguläre, bei etwa 962° schmelzende β-Modifikation (3, 5, 6).

II.

Tab. 1 gewährt eine Übersicht der binären Systeme, in denen weder Verbindungen noch Mischkristalle auftreten. Die primär ausgeschiedenen Komponenten bilden in der Regel Gitterkristalle. Das Eutektikum besitzt in den Systemen Lithiumchlorid-Kaliumchlorid und Natriumchlorid-Calciumchlorid eine feinkörnige Struktur. In allen übrigen Fällen wurde im Dünnschliff eine fächerförmige Ausbreitung des Gemenges der beiden Komponenten beobachtet.

Bemerkenswert sind die Grundmassen der fünf zuletzt angeführten Systeme aus Chlornatrium und einem Doppelsalz von Chlorkalium mit einem Chlorid eines zweiwertigen Metalls. Wie aus Tab. 1 hervorgeht, haben diese Doppelsalze (Komponente B) stets eine niedrigere Kristallisationstemperatur als Chlornatrium (Komponente A), so daß die eutektischen Gemenge mehr Doppelsalz als Chlornatrium enthalten. In Schmelzen, die noch reicher an Doppelsalz sind und daher Kristalle dieses Salzes primär ausscheiden, hat die darauffolgende Kristallisation der Grundmasse in der Weise stattgefunden, daß stabartige Individuen des Doppelsalzes, die im Dünnschliff an ihrer optischen Anisotropie leicht zu erkennen sind, von den Einsprenglin-

gen ausgehen und die gleichzeitig entstandenen optisch isotropen Kriställchen des Chlornatriums umschließen[1].

Die Dimorphie des Bariumchlorids bedingt, daß in den Konzentrations-Temperaturdiagrammen der aus $BaCl_2$ mit $NaCl$ oder $TlCl$ gebildeten Systeme eine der Umwandlungstemperatur jenes Stoffes entsprechende Umwandlungshorizontale auftritt, die sich in dem ersten System nur bis zu einer Konzentration von etwa 2 Mol.-% $NaCl$ in dem zweiten System dagegen bis zu etwa 25 Mol.-% $TlCl$ erstreckt. In den hierdurch begrenzten Konzentrationsgebieten scheiden sich aus dem Schmelzfluß primär reguläre Kristalle von β-Bariumchlorid aus, die bei der Umwandlung in die monokline α-Modifikation zu Aggregaten zerfallen.

Tabelle 1.
Binäre Systeme, in denen weder Verbindungen noch Mischkristalle auftreten.

Komponenten $A-B$	Kristallisationstemperaturen		Eutektische Gemenge		Erniedrigung der Kristallisationstemp.		
	t_A	t_B	Mol.-% B	Temp. t_E	t_A-t_E	t_B-t_E	
$LiCl-KCl$	610°	774°	41.5	361°	249°	413°	(9)
$LiCl-SnCl_2$	609	239	85	215	391	21	(12)
$LiCl-PbCl_2$	607	496	55	410	197	86	(7)
$NaCl-CuCl$	800	425	76.5	325	475	100	(5)
$NaCl-CaCl_2$	802	769	53	506	296	263	(10)
$NaCl-SrCl_2$	798	870	50	565	233	305	(6), (10)
$NaCl-BaCl_2$	798	955 Umw. 930	39	654	144	301 (276)	(3), (6)
$NaCl-SnCl_2$	800	239	68	183	617	56	(4)
$NaCl-PbCl_2$	798	496	73	411	387	85	(7)
$TlCl-BaCl_2$	435	962 Umw. 925	0	431	4	531 (494)	(5)
$AgCl-PbCl_2$	457	496	40.5	310	147	186	(7)
$NaCl-KCl\cdot MgCl_2$	802	446	86	410	392	36	(10)
$NaCl-KCl\cdot CaCl_2$	802	740	61	558	244	182	(10)
$NaCl-KCl\cdot 2SrCl_2$	802	647	63	530	272	117	(10)
$NaCl-KCl\cdot CdCl_2$	798	431	76	378	420	53	(2)
$NaCl-KCl\cdot 2PbCl_2$	798	440	84	399	399	41	(7)

Die Erniedrigungen der Kristallisationstemperaturen, welche die Komponenten A und B in diesen Systemen erfahren, sind in Tab. 1 unter t_A-t_E und t_B-t_E angegeben. Die bedeutendste Erniedrigung wurde in dem System Thalliumchlorür—Bariumchlorid beobachtet. Hier liegt der Grenzfall vor, daß in dem Konzentrations-Temperaturdiagramm der eutektische Punkt nahezu mit dem

[1] Auf Metalllegierungen in denen bei der eutektischen Kristallisation ein umhüllter Bestandteil und ein umhüllender unterschieden werden können, hat R. Vogel hingewiesen. Zeitschr. f. anorg. Chem. **76**, 1912. 433.

Systempunkt einer Komponente, nämlich des TlCl, zusammenfällt (5, Fig. 18). Es erniedrigt also zunehmender Gehalt der Schmelzen an Thalliumchlorür zunächst die Kristallisationstemperatur der β-Modifikation des Bariumchlorids bis zu dessen Umwandlungstemperatur und darauf die Kristallisationstemperatur der α-Modifikation dieses Salzes bis zur Kristallisationstemperatur des Thalliumchlorürs selbst. Im ganzen beträgt die Erniedrigung $t_B - t_E = 531°$.

III.

Die in Tab. 2 und 2a angeführten binären Systeme von Kaliumchlorid und Thalliumchlorür mit Chloriden zweiwertiger Metalle: Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Sn und Pb enthalten eine Reihe von Verbindungen, die ohne Spaltung schmelzen. Durch Rühren und hinreichend langsames Abkühlen der Schmelzen im geschlossenen Ofen gelang es stets, Überschreitungen der Kristallisationstemperaturen zu vermeiden und einen durchaus normalen Verlauf der Kristallisationsvorgänge herbeizuführen.

Die Erscheinung der Kornvergrößerung von Einsprenglingen während der Bildung des Eutektikums war in mehreren Fällen gut zu verfolgen, z. B. in den Teilsystemen aus Kaliumchlorid und Kaliumtrichlorocalciat oder Kaliumtetrachlorobariat, falls sich diese Doppelsalze primär ausscheiden.

Tabelle 2.

Binäre Systeme mit Verbindungen, die ohne Spaltung schmelzen.

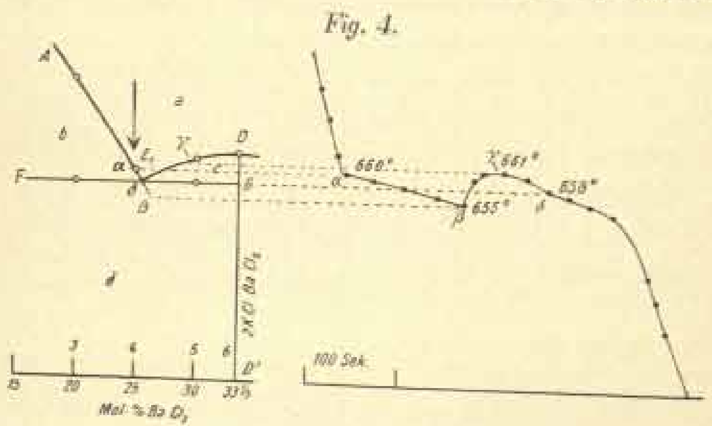
Komponenten A—B	Kristallisationstemperaturen t_A	t_B	Verbindungen Zusammensetzung	Kristallisationstemp.	
$KCl - MgCl_2$	774°	718°	$KCl \cdot MgCl_2$	487°	(10)
$KCl - CaCl_2$	774	769	$KCl \cdot CaCl_2$	740	(10)
$KCl - BaCl_2$	775	955 Umw. 930	$2KCl \cdot BaCl_2$	663	(3)
$TlCl - CaCl_2$	435	782	$TlCl \cdot CaCl_2$	683	(5)
$TlCl - ZnCl_2$	435	275	$2TlCl \cdot ZnCl_2$	352	(5)
			$TlCl \cdot 2ZnCl_2$	226	
$TlCl - CdCl_2$	435	578	$TlCl \cdot CdCl_2$	436	(5)
$TlCl - SnCl_2$	435	241	$3TlCl \cdot SnCl_2$	310	(5)
			$TlCl \cdot SnCl_2$	244	
$TlCl - PbCl_2$	435	500	$3TlCl \cdot PbCl_2$	407	(5)
			$TlCl \cdot 2PbCl_2$	435	
$KCl - SrCl_2$	775	870	$2KCl \cdot SrCl_2$	597	(6)
			$KCl \cdot 2SrCl_2$	638	
$KCl - SnCl_2$	777	239	$KCl \cdot 3SnCl_2$	208	(4)
			$KCl \cdot SnCl_2$	224	

Tabelle 2a.
Zusammensetzungen und Schmelztemperaturen der eutektischen Gemenge.

Komponenten $A - B$	Eutektische Gemenge von	Mol.-% B	Krist.-Temp. t_E
$KCl - MgCl_2$	$KCl - KCl \cdot MgCl_2$	34	431°
	$KCl \cdot MgCl_2 - MgCl_2$	59	474
$KCl - CaCl_2$	$KCl - KCl \cdot CaCl_2$	25	598
	$KCl \cdot CaCl_2 - CaCl_2$	76	634
$KCl - BaCl_2$	$KCl - 2KCl \cdot BaCl_2$	25	658
	$2KCl \cdot BaCl_2 - BaCl_2$	45	652
$TlCl - CaCl_2$	$TlCl - TlCl \cdot CaCl_2$	7.5	419
	$TlCl \cdot CaCl_2 - CaCl_2$	68	647
$TlCl - ZnCl_2$	$TlCl - 2TlCl \cdot ZnCl_2$	24	334
	$2TlCl \cdot ZnCl_2 - TlCl \cdot 2ZnCl_2$	53	193
	$TlCl \cdot 2ZnCl_2 - ZnCl_2$	71	214
$TlCl - CdCl_2$	$TlCl - TlCl \cdot CdCl_2$	22	315
	$TlCl \cdot CdCl_2 - CdCl_2$	65	408
$TlCl - SnCl_2$	$TlCl - 3TlCl \cdot SnCl_2$	20.5	299
	$3TlCl \cdot SnCl_2 - TlCl \cdot SnCl_2$	42.5	234
	$TlCl \cdot SnCl_2 - SnCl_2$	70.5	178
$TlCl - PbCl_2$	$TlCl - 3TlCl \cdot PbCl_2$	13	388
	$3TlCl \cdot PbCl_2 - TlCl \cdot 2PbCl_2$	42.5	378
	$TlCl \cdot 2PbCl_2 - PbCl_2$	76	427
$KCl - SrCl_2$	$KCl - 2KCl \cdot SrCl_2$	29	638
	$2KCl \cdot SrCl_2 - KCl \cdot 2SrCl_2$	44	575
$KCl - SnCl_2$	$KCl \cdot SnCl_2 - KCl \cdot 3SnCl_2$	62	180
	$KCl \cdot 3SnCl_2 - SnCl_2$	83	201

Ein Beispiel für den Einfluß einer absichtlich herbeigeführten relativ **schnellen Abkühlung** einer Schmelze nach dem Beginn der primären Kristallisation durch Öffnen des Ofens bietet das durch Fig. 4

Fig. 4.



Kristallisationsbahn einer Schmelze von 75 Mol.-% Kaliumchlorid und 25 Mol.-% Bariumchlorid; rechts Abkühlungskurve.

erläuterte Verhalten einer Schmelze von 75 Mol.-% Kaliumchlorid und 25 Mol.-% Bariumchlorid. Die Abkühlungskurve läßt an Stelle der beiden zu erwartenden thermischen Effekte drei Wärmeentwicklungen erkennen. Denn sie zeigt einen Knick bei $t_\alpha = 660°$, ein Intervall bis $t_\beta = 655°$, einen bis $t_\gamma = 661°$ ansteigenden Zweig und eine Haltezeit bei $t_\delta = 658°$. Diesem Verlauf entspricht in dem Konzentrations-Temperaturdiagramm die mit α, β, γ, δ bezeichnete Kristallisationsbahn. Die bei α beginnende Kristallisation von Kaliumchlorid setzt sich längs der Sättigungskurve AE_1 dieses Salzes über E_1 hinaus in das metastabile Gebiet bis β fort. Dann bewirkt die plötzlich eintretende Kristallisation des Doppelsalzes $2\,KCl.BaCl_2$ ein rasches Ansteigen der Temperatur. Dabei ändert sich die Konzentration der Schmelze, bis ein Punkt γ der Sättigungskurve DE_1 des Doppelsalzes erreicht ist. Nun erstreckt sich die Kristallisationsbahn längs DE_1 bis zu ihrem Endpunkte $\delta = E_1$, der das eutektische Gemenge von Kaliumchlorid und Doppelsalz darstellt.

Obwohl bei diesem Vorgange die Unterschiede in den Kristallisationstemperaturen höchstens 6° und die Differenzen in den Konzentrationen der Schmelzen nur 2 bis 3 Mol.-% $BaCl_2$ betragen, sind die entsprechenden Gefügebestandteile in Dünnschliffen sehr schön ausgebildet: an Stelle der normalen Struktur, die durch primäres Kaliumchlorid in einem Eutektikum von Kaliumchlorid und Doppelsalz charakterisiert ist, finden wir hier primäre Gitterkristalle von KCl zunächst umschlossen von Kristallen des Doppelsalzes und darauf verkittet durch eine aus Stäbchen zusammengesetzte Grundmasse dieser beiden Gemengteile.

In ähnlicher Weise verläuft die Kristallisation in KCl-reichen Schmelzen des Systems Kaliumchlorid-Strontiumchlorid. Doch ist hier die Menge des Eutektikums so gering, daß auf den Abkühlungskurven eine Haltezeit bei t_δ kaum angedeutet wird.

In den am Schluß der Tab. 2 und 2a angeführten Systemen Kaliumchlorid-Strontiumchlorid und Kaliumchlorid-Zinnchlorür treten die Verbindungen Kaliumpentachlorodistrontiat und Kaliumtrichlorostannoat in der Weise auf, daß sie mit den Komponenten Strontiumchlorid oder Kaliumchlorid binäre Teilsysteme bilden, die dem auf S. 196 beschriebenen, durch das System Thalliumchlorür-Bariumchlorid repräsentierten Grenzfalle entsprechen. Es besitzen nämlich diese Verbindungen einen echten Schmelzpunkt, aber es fehlen die eutektischen Gemenge mit ihren Komponenten. Aus den gemischten Schmelzen scheiden sich Strontiumchlorid oder Kaliumchlorid so lange primär aus, bis die Schmelzen die Zusammensetzung jener Verbindungen erreicht haben und dann einheitlich kristallisieren. Daher

treffen in den Konzentrations-Temperaturdiagrammen die Sättigungskurven jener Komponenten die Sättigungskurven der Doppelsalze in den Punkten, die durch die Konzentrationen und Kristallisationstemperaturen dieser Salze bestimmt sind.

IV.

Verbindungen V von Chloriden P, Q, die sich durch Erhitzen bei einer bestimmten Temperatur t_S spalten in eine Komponente Q und eine Schmelze S, die mit Kristallen von V und Q im Gleichgewicht steht, wurden festgestellt in den fünf Systemen der Tab. 3 und 3a. Darunter trat indessen nur zweimal, nämlich in den Systemen Natriumchlorid-Cadmiumchlorid und Thalliumchlorür-Magnesiumchlorid, der Fall ein, daß in dem umgekehrten Vorgange der Kristallisation eines der Zusammensetzung von V entsprechenden Schmelzflusses die Umsetzung zwischen den primär ausgeschiedenen Kristallen der Komponente Q und der Schmelze S zu der Verbindung V vollständig verlief. Denn nur in diesen beiden Fällen war auf den Abkühlungskurven ein den Beginn der Kristallisation von Q andeutender Knick und eine darauf folgende, die Umsetzung bei t_S anzeigende Haltezeit wahrzunehmen. Die Umsetzungsgleichungen lauten:

Natriumtetrachlorocadmiat.

$$2\,NaCl \cdot CdCl_2 \overset{425^\circ}{\longleftarrow} x \cdot NaCl + [(2-x)\,NaCl + CdCl_2]$$

Kristalle V — Kristalle Q — Schmelze S mit etwa 56 Mol.-% NaCl.

Thalliumpentachlorodimagnesiat.

$$TlCl \cdot 2\,MgCl_2 \overset{499^\circ}{\longleftarrow} x \cdot MgCl_2 + [TlCl + (2-x)\,MgCl_2]$$

Kristalle V — Kristalle Q — Schmelze S mit etwa 63 Mol.-% $MgCl_2$.

Tabelle 3.
Binäre Systeme mit je einer Verbindung, die sich beim Erhitzen spaltet.

Komponenten $A - B$	Krist.-Temp.		Verbindungen		
	t_A	t_B	Zusammensetzung	Spalt.-Temp. t_S	
$NaCl - CdCl_2$	798°	562°	$2NaCl \cdot CdCl_2$	425°	(2)
$KCl - CuCl$	775	425	$2KCl \cdot CuCl$	244	(5)
$TlCl - MgCl_2$	435	718	$TlCl \cdot 2MgCl_2$	499	(5)
$TlCl - SrCl_2$	435	872	$TlCl \cdot SrCl_2$	569	(5)
$CaCl_2 - BaCl_2$	773	960 Umw. 924	$CaCl_2 \cdot BaCl_2$	631	(8)

Tabelle 3a.

Zusammensetzungen und Schmelztemperaturen der eutektischen Gemenge.

Komponenten $A - B$	Eutektische Gemenge von	Mol.-% B	Schmelz-Temp. t_E
$NaCl - CdCl_2$	$2NaCl \cdot CdCl_2 - CdCl_2$	55	392°
$KCl - CuCl$	$2KCl \cdot CuCl - CuCl$	65	150
$TlCl - MgCl_2$	$TlCl - TlCl \cdot 2MgCl_2$	27.5	360
$TlCl - SrCl_2$	$TlCl - TlCl \cdot SrCl_2$	12.5	416
$CaCl_2 - BaCl_2$	$CaCl_2 - CaCl_2 \cdot BaCl_2$	40	602

Von besonderem Interesse sind die Kristallisationsvorgänge in den drei übrigen Systemen der Tab. 3 und 3a. Hier weisen die Abkühlungskurven der Schmelzen, deren Zusammensetzung der Verbindung V entspricht, drei thermische Effekte α, β, γ auf. Nachdem die Ausscheidung von Kristallen der Komponente Q in dem Temperaturintervall t_α bis t_β stattgefunden hat, beginnt bei t_β die Umsetzung dieser Kristalle mit der Schmelze S zur Verbindung V. Aber sie findet nicht vollständig statt, weil die Kristalle Q nur am Rande aufgelöst und sogleich durch Umhüllung mit Kristallen V der weiteren Umsetzung entzogen werden. Dann schreitet die Kristallisation von V im Intervall t_β bis t_γ fort, und dieser Vorgang endigt erst, wenn bei der Temperatur t_γ der Rest der Schmelze zu einem eutektischen Gemenge von V und der zweiten Komponente P kristallisiert. In den Konzentrations-Temperaturdiagrammen endigt daher die Kristallisationsbahn nicht bei dem Systempunkte, der die mit Q und V gesättigte Schmelze darstellt, sondern erstreckt sich darüber hinaus bis zu dem eutektischen Punkte von V und P. In der Regel war t_γ gleich dem aus der Gesamtheit der Versuche abgeleiteten Werte der eutektischen Temperatur t_E. Nur in dem System Calciumchlorid-Bariumchlorid erfuhr $t_\gamma = 592°$ eine Verzögerung von etwa 10° gegenüber $t_E = 602°$ (vgl. Fig. 6).

Die Beobachtungen ergaben:

Kaliumtrichlorocuproat.

$t_\alpha = 586°$, $t_\beta = 244°$, $t_\gamma = 147°$.

$$\underset{\text{Kristalle } V}{2\,KCl \cdot CuCl} \xrightarrow{244°} \underset{\text{Kristalle } Q}{x \cdot KCl} + \underset{\text{Schmelze } S \text{ mit etwa 43 Mol.-\% KCl.}}{[(2-x)\,KCl + CuCl]}$$

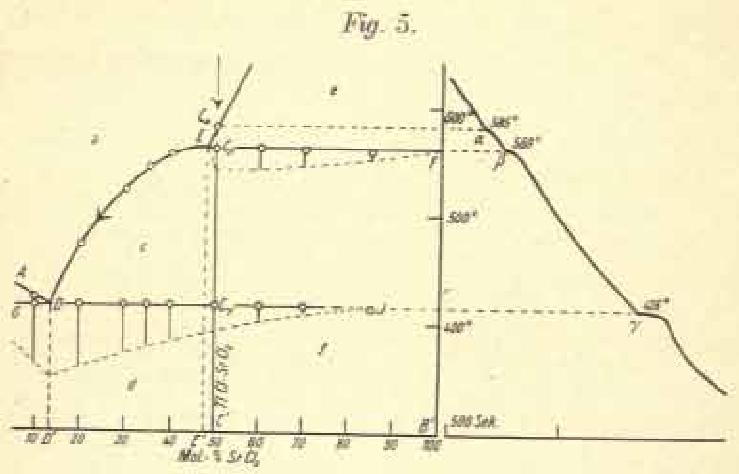
Thalliumtrichlorostrontiat (Fig. 5).

$t_\alpha = 585°$, $t_\beta = 569°$, $t_\gamma = 416°$.

$$TlCl \cdot SrCl_2 \overset{569°}{\longleftarrow} x \cdot SrCl_2 + [TlCl + (1-x)\,SrCl_2]$$

Kristalle *V* Kristalle *Q* Schmelze *S* mit etwa 47 Mol.-% $SrCl_2$.

Fig. 5.



Kristallisationsbahn und Kristallisationsendpunkt einer Schmelze von Thalliumtrichlorostrontiat mit Abkühlungskurve.

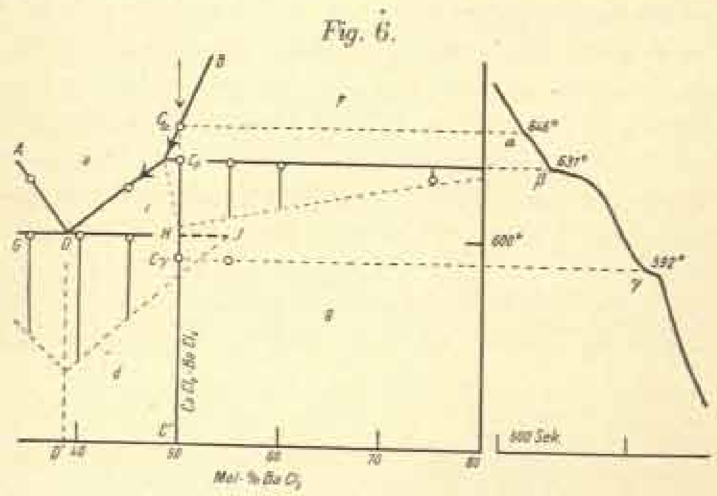
Calciumtetrachlorobariat (Fig. 6).

$t_\alpha = 646°$, $t_\beta = 631°$, $t_\gamma = 592°$.

$$CaCl_2 \cdot BaCl_2 \overset{631°}{\longleftarrow} x \cdot BaCl_2 + [CaCl_2 + (1-x)\,BaCl_2]$$

Kristalle *V* Kristalle *Q* Schmelze *S* mit etwa 48 Mol.-% $BaCl_2$.

Fig. 6.



Kristallisationsbahn und Kristallisationsendpunkt einer Schmelze von Calciumtetrachlorobariat mit Abkühlungskurve.

Die Untersuchung von Dünnschliffen lieferte typische Ausbildungen der durch diese Kristallisationsvorgänge erzeugten charakteristischen Umhüllungsstrukturen. Es ist z. B. aus der Mikrophotographie in (5) auf Taf. I, Fig. 2 zu ersehen, daß korrodierte, einfachbrechende Kristalle von KCl von dicken Krusten der doppeltbrechenden Verbindung $2 KCl \cdot CuCl$ umschlossen werden; die Zwischenräume werden durch das dunkel erscheinende Eutektikum ausgefüllt. In (8), Taf. II stellen die Figuren 1, 2 dar, daß primär ausgeschiedenes und randlich aufgelöstes doppeltbrechendes α-$BaCl_2$ umhüllt wird von grobkörnigen Aggregaten der einfachbrechenden Verbindung $CaCl_2 \cdot BaCl_2$, die auch in dem feinkörnigen Eutektikum deutlich zu erkennen ist.

V.

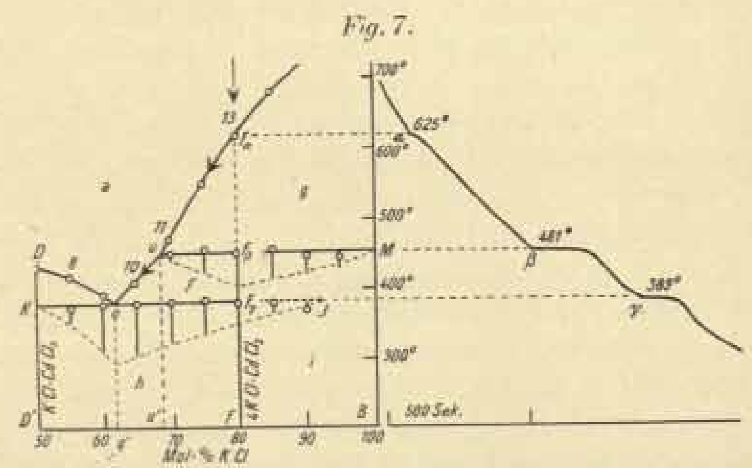
In drei Systemen wurden nebeneinander Verbindungen mit echten Schmelztemperaturen und solche mit Spaltungstemperaturen angetroffen (Tab. 4 und 4a). Es bilden z. B. Kaliumchlorid und Cadmiumchlorid Kaliumtrichlorocadmiat, das bei 431° schmilzt, und Kaliumhexachlorocadmiat, das sich beim Erhitzen in folgender Weise spaltet:

$$4 KCl \cdot CdCl_2 \xrightarrow{461^\circ} x \cdot KCl + [(4 - x) KCl + CdCl_2]$$

Kristalle V — Kristalle Q — Schmelze S mit etwa 68 Mol.-% KCl.

Bei der Kristallisation einer Schmelze von der Zusammensetzung dieses Doppelsalzes wurde die durch Fig. 7 erläuterte Überschreitung der Umsetzungstemperatur 461° bis zur Bildungstemperatur des Eutektismus der beiden Doppelsalze und eine diesem thermischen Vorgange entsprechende vorzüglich ausgebildete Umhüllungsstruktur beobachtet.

Fig. 7.



Kristallisationsbahn und Kristallisationsendpunkt einer Schmelze von Kaliumhexachlorocadmiat mit Abkühlungskurve.

Tabelle 4.

Binäre Systeme mit beiden Arten von Verbindungen.

Komponenten A — B	Krist.-Temp.		Verbindungen				
	t_A	t_B	Zusammensetzung	Krist.-Temp.	Zusammensetzung	Spalt.-Temp.	
$KCl - CdCl_2$	774°	562°	$KCl \cdot CdCl_2$	431°	$4KCl \cdot CdCl_2$	461°	(2)
$KCl - PbCl_2$	775	496	$KCl \cdot 2PbCl_2$	440	$2KCl \cdot PbCl_2$	490	(7)
$RbCl - PbCl_2$	724	496	$RbCl \cdot 2PbCl_2$	423	$2RbCl \cdot PbCl_2$	448	(7)
			$RbCl \cdot PbCl_2$	440 Umw. etwa 310			

Tabelle 4a.

Zusammensetzungen und Schmelztemperaturen der eutektischen Gemenge.

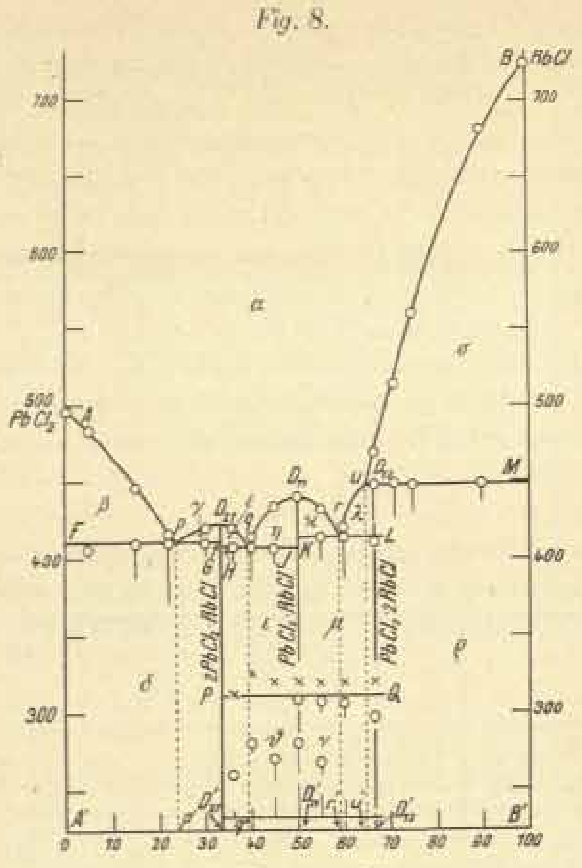
Komponenten A — B	Eutektische Gemenge von	Mol.-% B	Schmelz-Temp.
$KCl - CdCl_2$	$4KCl \cdot CdCl_2 - KCl \cdot CdCl_2$	34	382°
	$KCl \cdot CdCl_2 - CdCl_2$	63	390
$KCl - PbCl_2$	$2KCl \cdot PbCl_2 - KCl \cdot 2PbCl_2$	52	411
	$KCl \cdot 2PbCl_2 - PbCl_2$	77	430
$RbCl - PbCl_2$	$2RbCl \cdot PbCl_2 - RbCl \cdot PbCl_2$	41	414
	$RbCl \cdot PbCl_2 - RbCl \cdot 2PbCl_2$	61	407
	$RbCl \cdot 2PbCl_2 - PbCl_2$	76	410

In dem zuletztgenannten System Rubidiumchlorid — Bleichlorid treten drei Verbindungen auf, von denen die mittlere durch ihre Dimorphie bemerkenswert ist:

$$\alpha - RbCl \cdot PbCl_2 \text{ rhombisch} \xrightarrow{\text{etwa } 310^\circ} \beta - RbCl \cdot PbCl_2 \text{ regulär.}$$

Die α-Modifikation bildet sich primär längs den Sättigungskurven $D_{11}q$, $D_{11}r$ und tritt in den eutektischen Gemengen q, r auf, so daß sie aus allen Schmelzen des Konzentrationsbereiches von D'_{21} bis D'_{12} kristallisiert (Fig. 8). Ihre Umwandlung erfolgt träge und mit Verzögerungen. Daher bemerkt man auf den Abkühlungskurven, daß während der Umwandlung zuweilen zwei Wärmeentwicklungen nacheinander stattfinden, deren Temperaturen in Fig. 8 durch Kreise und deren Haltezeiten durch vertikale Striche eingetragen sind. Aus den an der Konzentrationsachse angegebenen Summen der Haltezeiten ist ersichtlich, daß die größte Wärmeentwicklung bei der Umwandlung der reinen Ver-

Fig. 8.



Konzentrations-Temperatur-Diagramm von Rubidiumchlorid — Bleichlorid.

bindung erfolgt. Erhitzungsversuche lieferten stets nur einen thermischen Effekt bei etwa 310°, wie aus der Lage der kleinen Kreuze in Fig. 8 hervorgeht. Vollständig aufgeklärt wurde der Umwandlungsvorgang durch Beobachtung der Änderung der optischen Eigenschaften von durchsichtigen Präparaten, die aus dem Schmelzfluß in der einfachbrechenden Modifikation entstanden waren und während der Umwandlung in die doppeltbrechende Modifikation übergingen.

VI.

Eine Übersicht über die Verbindungsfähigkeit der hier in Betracht kommenden Chloride gewährt Tab. 5. In den Chlorosäureanhydriden treten einwertiges Cu und zweiwertiges Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Sn, Pb auf. An der Bildung der Chlorosalze beteiligen sich die Chloride von Ca und Ba nur in einfachen Molekülen. Dagegen wirken die Chloride von Cu, Mg, Sr, Zn, Cd und Pb auch im polymeren Zustande. Die größte Anzahl der Chloratome in diesen Doppelsalzen betrug 8 im Lithiumoktachlorotricadmiat $Li_2Cd_3Cl_8$.

Alkalichloride sind nach den vorhandenen Beobachtungen nicht befähigt, sich untereinander zu Chlorosalzen zu vereinigen (vgl. auch den linken Teil der Tab. 7). Bis vor kurzem schien auch unter den Erdalkalichloriden eine Doppelsalzbildung zu fehlen. Inzwischen hat die thermische und mikroskopische Analyse des Systems Calciumchlorid — Bariumchlorid (8, Fig. 1, Taf. II, Fig. 1—3) das Calciumtetrachlorobariat nachgewiesen, das nun das erste und bisher einzige Beispiel einer Vereinigung zweier Erdalkalichloride darbietet.

Zwei Doppelsalze nebeneinander treten in den Systemen auf, in denen Kaliumchlorid oder Thalliumchlorür als Komponenten vorhanden sind; Rubidiumchlorid geht mit Bleichlorid sogar drei Verbindungen ein (vgl. auch Tab. 9).

Tabelle 5.
Übersicht der Verbindungen und ihrer Kristallisationstemperaturen oder Spaltungstemperaturen.

		Doppelchloride	Krist.-temperatur	Spaltungs-temp.	
$LiCl \cdot 2CuCl$	$LiCu_2Cl_3$	Lithiumtrichlorodicuproat	415°	—	(5)
$2LiCl \cdot 3CdCl_2$	$Li_2Cd_3Cl_8$	Lithiumoktachlorotricadmiat	519	—	(11)
$2NaCl \cdot CdCl_2$	Na_2CdCl_4	Natriumtetrachlorocadmiat	—	425°	(2)
$2KCl \cdot CuCl$	K_2CuCl_3	Kaliumtrichlorocuproat	—	244	(5)
$KCl \cdot MgCl_2$	$KMgCl_3$	Kaliumtrichloromagnesiat	446	—	(10)
$KCl \cdot CaCl_2$	$KCaCl_3$	Kaliumtrichlorocalciat	740	—	(10)
$2KCl \cdot SrCl_2$	K_2SrCl_4	Kaliumtetrachlorostrontiat	597	—	(6)
$KCl \cdot 2SrCl_2$	KSr_2Cl_5	Kaliumpentachlorodistrontiat	638	—	(6)
$2KCl \cdot BaCl_2$	K_2BaCl_4	Kaliumtetrachlorobariat	663	—	(3)
$KCl \cdot CdCl_2$	$KCdCl_3$	Kaliumtrichlorocadmiat	431	—	(2)
$4KCl \cdot CdCl_2$	K_4CdCl_6	Kaliumhexachlorocadmiat	—	461	(2)
$KCl \cdot SnCl_2$	$KSnCl_3$	Kaliumtrichlorostannoat	224	—	(4)
$KCl \cdot 3SnCl_2$	KSn_3Cl_7	Kaliumheptachlorotristannoat	208	—	(4)
$2KCl \cdot PbCl_2$	K_2PbCl_4	Kaliumtetrachloroplumboat	—	490	(7)
$KCl \cdot 2PbCl_2$	KPb_2Cl_5	Kaliumpentachlorodiplumboat	440	—	(7)
$RbCl \cdot 2PbCl_2$	$RbPb_2Cl_5$	Rubidiumpentachlorodiplumboat	423	—	(7)
$RbCl \cdot PbCl_2$	$RbPbCl_3$	Rubidiumtrichloroplumboat	440	—	(7)
$2RbCl \cdot PbCl_2$	Rb_2PbCl_4	Rubidiumtetrachloroplumboat	—	448	(7)
$CaCl_2 \cdot BaCl_2$	$CaBaCl_4$	Calciumtetrachlorobariat	—	631	(8)
$TlCl \cdot 2MgCl_2$	$TlMg_2Cl_5$	Thalliumpentachlorodimagnesiat	—	499	(5)
$TlCl \cdot CaCl_2$	$TlCaCl_3$	Thalliumtrichlorocalciat	683	—	(5)
$TlCl \cdot SrCl_2$	$TlSrCl_3$	Thalliumtrichlorostrontiat	—	569	(5)
$2TlCl \cdot ZnCl_2$	Tl_2ZnCl_4	Thalliumtetrachlorozinkat	352	—	(5)
$TlCl \cdot 2ZnCl_2$	$TlZn_2Cl_5$	Thalliumpentachlorodizinkat	226	—	(5)
$TlCl \cdot CdCl_2$	$TlCdCl_3$	Thalliumtrichlorocadmiat	436	—	(5)
$3TlCl \cdot SnCl_2$	Tl_3SnCl_5	Thalliumpentachlorostannoat	310	—	(5)
$TlCl \cdot SnCl_2$	$TlSnCl_3$	Thalliumtrichlorostannoat	244	—	(5)
$3TlCl \cdot PbCl_2$	Tl_3PbCl_5	Thalliumpentachloroplumboat	407	—	(5)
$TlCl \cdot 2PbCl_2$	$TlPb_2Cl_5$	Thalliumpentachlorodiplumboat	435	—	(5)

VII.

Eine Zusammenstellung der binären Systeme, deren Komponenten kontinuierliche Mischkristallreihen bilden, gibt Tab. 6. Die darin auftretenden Metalle nehmen im periodischen System der Elemente nahe benachbarte Stellungen ein. Die Komponenten des zuletzt aufgeführten Systems sind analog konstituierte Chlorosalze aus Kaliumchlorid und je einem Chlorid eines Erdalkalimetalls.

Wir begegnen vorwiegend dem Kristallisationstypus III der Klassifikation von H. W. B. Roozeboom mit einem Temperaturminimum der Mischkristallbildung. Nur in zwei Fällen wurden die gleichmäßig ansteigenden Sättigungskurven des Typus I beobachtet.

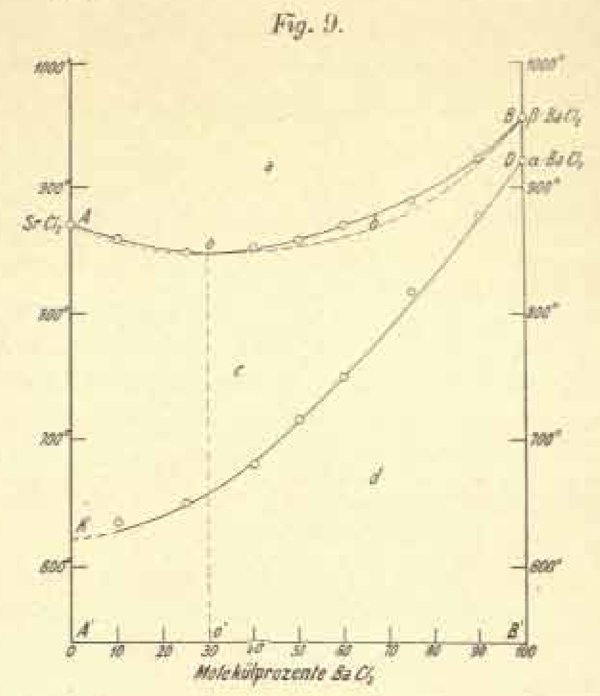
In der lückenlosen Mischkristallreihe von Natriumchlorid und Kaliumchlorid konnte der Verlauf der Kurve, welche in dem Konzentrations-Temperatur-Diagramm die Zusammensetzungen der Mischkristalle darstellt, genauer als es bisher möglich war, durch Erhitzungsversuche festgelegt werden, die sich unmittelbar an Abkühlungsversuche anschlossen, bevor die Entmischung der Kristalle begonnen hatte (7).

Tabelle 6.
Binäre Systeme mit lückenlosen Mischkristallreihen.

Komponenten $A-B$	Krist.-Temp.		Krist.-typus	Minimum		Entmischung		
	t_A	t_B		Mol.-% B	Temp.	Mol.-% B	max. Temp.	
LiCl — NaCl regulär regulär	610°	802°	III	27	552°	42	273°	(9)
NaCl — KCl regulär regulär	798	774	III	50	654	50	401	(2)
NaCl — AgCl regulär regulär	792	460	I	*	*	—	—	(1)
$CaCl_2$ — $SrCl_2$ monoklin regulär	773	870	III	33	658	33	543	(8)
$SrCl_2$ — $BaCl_2$ regulär β regulär α monoklin	870	955 Umw. 922	III Umw. typ. Ia	30	847	—	—	(6)
$2KCl \cdot SrCl_2$ — $2KCl \cdot BaCl_2$ rhombisch rhombisch	597	660	I	*	*	—	—	(6)

Regulär kristallisieren Strontiumchlorid und die β-Modifikation des Bariumchlorids. Aus dem Schmelzfluß entsteht eine lückenlose Reihe von einfachbrechenden β-Mischkristallen (Fig. 9), die sich aber infolge der Dimorphie des Bariumchlorids bei den durch Abkühlungsversuche ermittelten und durch die Kurve *DK* angezeigten Temperaturen in eine neue doppeltbrechende α-Mischkristallreihe umwandelt. Wäre die Umwandlung eine vollständige, so müßten sämtliche Dünnschliffe

Fig. 9.



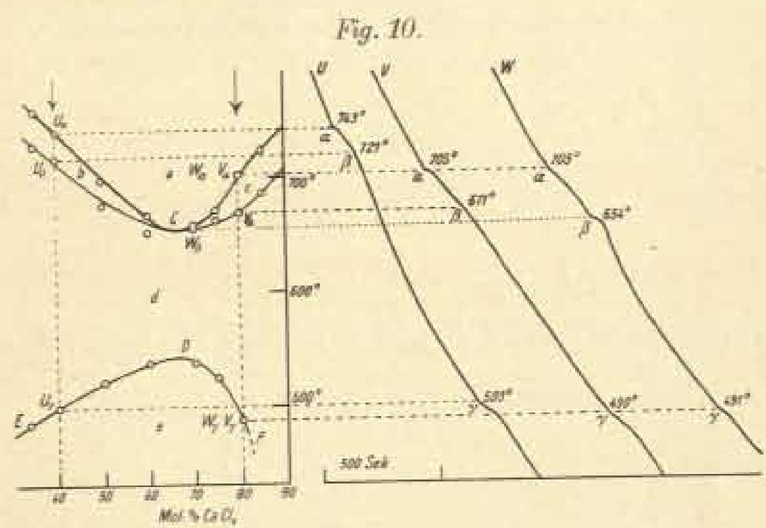
Konzentrations-Temperatur-Diagramm von Strontiumchlorid — Bariumchlorid mit der Umwandlungskurve *DK*.

einheitliche Strukturen aufweisen. Dies ist aber nur bei bariumchloridreichen Mischungen der Fall. Mit zunehmendem Gehalt an Strontiumchlorid wächst die Anzahl der Interpositionen von unveränderten Resten der β-Reihe.

Obwohl Calciumchlorid und Strontiumchlorid nicht isomorph sind, wie sich schon aus der Verschiedenheit ihrer optischen Symmetrie ergibt, bilden sie bei der Kristallisation aus dem Schmelzfluß eine kontinuierliche Reihe von Mischkristallen. Die Kristallisationstemperaturen weisen ein Minimum auf bei 654° und einer Konzentration von etwa 66 Mol.-% $CaCl_2$ (Fig. 10). Den Grad der Genauigkeit, mit dem sich der Beginn der Kristallisation während der Abkühlung ermitteln läßt, veranschaulichen die Kurven *U* für 40 und *V* für 80 Mol.-% $CaCl_2$ durch die mit α bezeichneten Knicke. Auch die Vollendung der Kristallisation war in der Regel durch eine Richtungsänderung bei β gut angedeutet. Daß gleichwohl nicht in allen Versuchen eine vollständige Umsetzung der Mischkristalle mit ihren Schmelzen erreicht wurde, folgt z. B. aus der Gestalt der Abkühlungskurve *W*, die ebenfalls mit einer Schmelze von 80 Mol.-% $CaCl_2$ aufgenommen wurde. Denn hier ist nicht nur das Temperaturintervall von α bis β zu erkennen, sondern auch noch bei 654° eine dem Minimum der Erstarrungskurve ent-

sprechende Haltezeit, welche die Kristallisation eines Restes der Schmelze anzeigt. Demgemäß sieht man im Dünnschliff zwischen Mischkristallen eine pseudoeutektische Grundmasse (8, Fig. 5, 6). Bei der Abkühlung zerfallen die Mischkristalle bei den Temperaturen der Entmischungskurve *EDF*, die durch die Knicke γ festgelegt wird. Die Dauer des Zerfalls ist am längsten für die am frühesten, nämlich schon bei 543° eintretende Entmischung der dem Minimum der Kristallisationskurve entsprechenden Konzentration.

Fig. 10.



Konzentrations-Temperatur-Diagramm von Calciumchlorid — Strontiumchlorid mit der Entmischungskurve *EDF*.

VIII.

Die regulär kristallisierenden Chloride von Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag, Tl und Sr bilden in binären Kombinationen bei der Kristallisation aus dem Schmelzfluß keineswegs immer kontinuierliche Reihen von Mischkristallen. In der Tat sind unter den 27 Systemen der Tabelle 7 nur 6 vorhanden, in denen eine unbeschränkte Mischfähigkeit ihrer Komponenten nachgewiesen werden konnte:

$$NaCl — AgCl, \quad KCl — RbCl, \quad KCl — CsCl, \quad KCl — TlCl,$$
$$RbCl — CsCl, \quad RbCl — TlCl.$$

Die aus dem Schmelzfluß gebildeten kontinuierlichen Mischungsreihen von

$$LiCl — NaCl, \quad NaCl — KCl$$

entmischen sich bei der Abkühlung. Beschränkte Mischbarkeit wurde festgestellt für:

$$LiCl — CuCl, \quad LiCl — AgCl, \quad CuCl — AgCl, \quad CuCl — TlCl.$$

In den 15 übrigen Systemen muß der Grenzfall einer Nichtmischbarkeit der Komponenten untereinander oder mit Doppelsalzen im kristallisierten Zustande angenommen werden.

Tabelle 7.

Das Auftreten von Mischkristallen in binären Systemen aus regulär kristallisierenden Chloriden bei der Kristallisation aus dem Schmelzfluß.

k m = Kontinuierliche Reihen von Mischkristallen.
b m = Beschränkte Mischbarkeit.
n m = Mischkristalle fehlen.

	NaCl	KCl	RbCl	CsCl	CuCl	AgCl	TlCl	$SrCl_2$
LiCl	k m[1] Entmisch.	n m[1]	n m[1]	?	b m[2] (5) D_{12}	b m[2]	n m[5]	?
NaCl		k m[6] Entmisch.	n m[1]	n m[1]	b m[2] n m (5)	k m (1)	n m[6]	n m (6)
KCl			k m[6]	k m[6]	n m[3] (5) D_{21}	n m[4]	k m[5]	n m (6)
RbCl				k m[6]	n m[2] D_{21}	n m[2]	k m[5]	?
CsCl					?	?	?	?
CuCl						b m[3]	b m[2] D_{21}	?
AgCl							n m[5] D_{23}	?
TlCl								n m (5) D_{11}

[1] S. Zemczuzny und F. Rambach, Zeitschr. f. anorg. Chem. **65**, 1910, 403—428.
[2] C. Sandonnini, Privatmitteilung an Landolt-Börnstein-Roth, Phys.-chem. Tab. 1912.
[3] C. Sandonnini, Rend. Acc. Linc. [5], **20**, 1, 1911, 457. 758. — P. de Cesaris, ebenda 597. — G. Poma und G. Gabbi, ebenda 464.
[4] S. Zemczuzny, Zeitschr. f. anorg. Chem. **57**, 1908, 274.
[5] C. Sandonnini und P. C. Aureggi, Rend. Acc. Linc. [5], **20**, 2, 1911, 588.
[6] N. Kurnakow und S. Zemczuzny, Zeitschr. f. anorg. Chem. **52**, 1907, 186.

Tabelle 8.

Binäre Systeme aus Chloriden einwertiger Metalle.

	LiCl	NaCl	KCl	RbCl	CsCl	CuCl	AgCl	TlCl
LiCl	*	km Entmisch.	nm	nm	?	bm D_{12}	bm	nm
NaCl	km	*	km Entmisch.	nm	nm	nm	km	nm
KCl	nm	km Entmisch.	*	km	km	D_{21}	nm	km
RbCl	nm	nm	km	*	km	D_{21}	nm	km
TlCl	nm	nm	km	km	?	D_{21}	D_{32}	*

Tabelle 9.

Binäre Systeme aus Chloriden einwertiger und zweiwertiger Metalle.

	$MgCl_2$	$CaCl_2$	$SrCl_2$	$BaCl_2$	$ZnCl_2$	$CdCl_2$	$SnCl_2$	$PbCl_2$
LiCl	?	?	?	?	?	bm D_{23}	nm	nm
NaCl	D_{21}	nm	nm	nm	?	D_{21}	nm	nm
KCl	D_{21} D_{11}	D_{11}	D_{21} D_{12}	D_{21}	?	D_{41} D_{11}	D_{11} D_{23}	D_{21} D_{12}
RbCl	?	?	?	?	?	?	?	D_{21} D_{21} D_{12}
TlCl	D_{12}	D_{11}	D_{12}	nm	D_{21} D_{12} bm	D_{11}	D_{31} D_{11}	D_{31} D_{12}

IX.

Vergleicht man die Systeme aus Chloriden einwertiger Metalle (Tab. 8), so ist vor allem bemerkenswert die Verschiedenheit im Verhalten von Natriumchlorid und Kaliumchlorid. NaCl bildet kontinuierliche Mischungsreihen mit LiCl und AgCl; dagegen ist KCl mit ihnen nicht mischbar. Den lückenlosen Reihen von Mischkristallen aus KCl und RbCl, CsCl oder TlCl steht die Nichtmischbarkeit des NaCl mit denselben Chloriden gegenüber. Auch mit CuCl ist NaCl nicht merklich mischbar; KCl bildet mit ihm ein Doppelsalz.

Diese Verschiedenheit erstreckt sich, wie aus Tabelle 9 hervorgeht, in den durch die Nichtmischbarkeit ihrer Komponenten charakterisierten Systemen aus Chloriden einwertiger und zweiwertiger Metalle auch auf die Verbindungsfähigkeit. Denn NaCl bildet hier nur in zwei Fällen je ein Doppelsalz. Dagegen ist KCl stets fähig, eine oder zwei Verbindungen einzugehen.

Eine weitgehende Übereinstimmung zeigen Kaliumchlorid und Rubidiumchlorid nicht nur untereinander, sondern auch mit Thalliumchlorür.

Über die spezifische Wärme c_p der Luft zwischen 1 und 200 Atmosphären.

Von Prof. Dr. L. Holborn und Dr. M. Jakob.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Vorgelegt von Hrn. Warburg.)

1. Die Abhängigkeit der spezifischen Wärme der Gase von der Temperatur ist vielfach untersucht worden, ihre Abhängigkeit vom Druck nur selten. In Angriff genommen wurde die letztgenannte Aufgabe zuerst von Regnault; die Genauigkeit seiner Versuche reichte aber nicht aus, um innerhalb des geringen, von ihm gewählten Druckbereiches von 12 Atm. ein sicheres Resultat zu erzielen. Lussana hat später die Messungen zur Bestimmung der spezifischen Wärme konstanten Druckes bis zu 160 Atm. weitergeführt; seine Ergebnisse stehen jedoch im Widerspruch mit thermodynamisch auf indirekte Weise, z. B. durch Witkowski und durch von Linde, abgeleiteten Werten. Da die spezifische Wärme der Gase aber zu den Größen gehört, die wegen der Schwierigkeit der Messungen nur dann als sicher bestimmt gelten können, wenn verschiedene Wege zu demselben Ergebnis geführt haben, so haben wir eine neue direkte Bestimmung von c_p zunächst für Luft bei einer mittleren Temperatur von 60° zwischen 1 und 200 Atm. unternommen. Diese Untersuchung wurde unterstützt durch die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften, die uns namhafte Mittel zur Herstellung von Apparaten gewährte, und durch Hrn. Professor C. von Linde, welcher der Reichsanstalt einen großen vierstufigen Kompressor schenkte. Für diese Zuwendungen sprechen wir auch an dieser Stelle unsern aufrichtigen Dank aus.

2. Als Versuchsmethode wählten wir die Methode der dauernden Strömung, die von Callendar angegeben und von ihm und Barnes zuerst auf Wasser und Quecksilber, von anderen auch auf Gase und Wasserdampf angewendet worden ist. Das zu untersuchende Gas geht in einem gleichmäßigen Strom von G kg/Stunde bei konstantem Druck durch das Kalorimeter und wird dabei unter Zuführung der elektrischen Energie Q Kal/Stunde von der Eintrittstemperatur t_1 auf die

Austrittstemperatur t_2 erwärmt. Werden auf diesem Wege V Kal/Stunde verloren, so gilt für die spezifische Wärme c_p die Beziehung:

$$c_p = \frac{Q-V}{G(t_2-t_1)}.$$

Der Verlust V hängt dabei nur von der Temperaturverteilung an der Oberfläche des Kalorimeters ab. Hält man diese konstant, läßt aber bei aufeinanderfolgenden Versuchen das Gas mit verschiedenen Geschwindigkeiten strömen, so daß die Menge G geändert wird, so erhält man mehrere Gleichungen, aus denen sich die beiden Unbekannten c_p und V berechnen lassen.

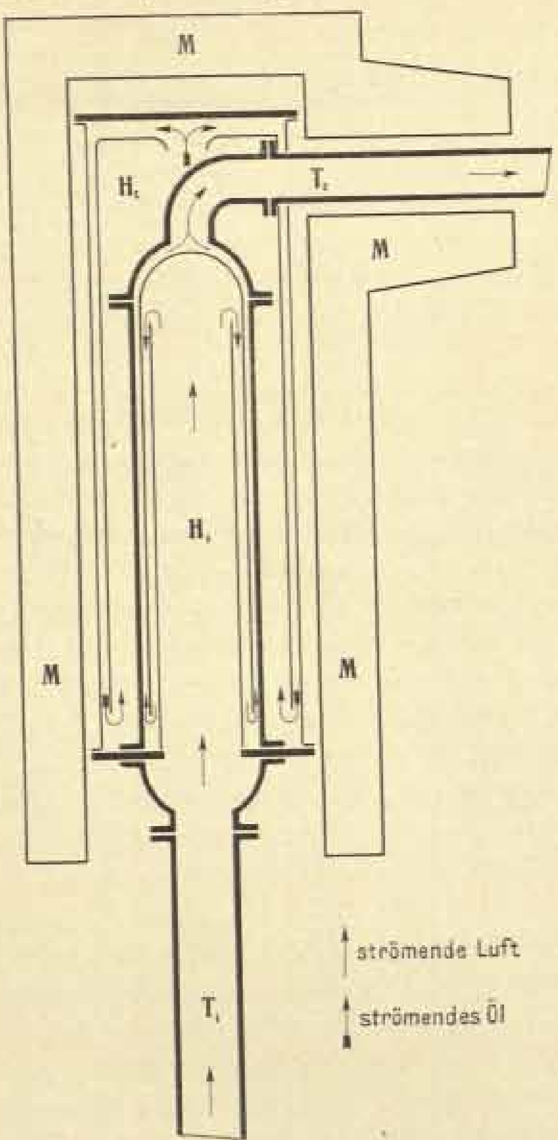
3. Die Versuche wurden bei sechs verschiedenen Drucken, nämlich bei 1, 25, 50, 100, 150 und 200 Atm., angestellt. Bei jedem Druck arbeiteten wir gewöhnlich mit drei, zuweilen auch mit vier verschiedenen Luftgeschwindigkeiten. Der Luftstrom wurde durch einen vierstufigen Kompressor erzeugt, der, von einem Elektromotor angetrieben, eine hinreichend konstante Menge bei dauernd gleichmäßigem Druck lieferte. Je nach der Höhe des gewünschten Druckes kamen eine oder mehrere Stufen des Kompressors zur Verwendung. Dieser saugte die Luft aus der Atmosphäre an und gab sie im verdichteten Zustande an das Kalorimeter weiter, hinter dem ein Drosselventil zur Einstellung des Druckes in die Leitung eingeschaltet war. Auf Atmosphärendruck entspannt, gelangte der Luftstrom alsdann ins Freie oder zeitweilig nach Umstellung eines Hahnes in ein Gasometer von 2 cbm Inhalt, das für die Messung der Menge diente.

Auf das Trocknen der Luft wurde verzichtet. Der Feuchtigkeitsgehalt hatte nur bei den Versuchen mit Atmosphärendruck einen merklichen Einfluß und wurde in diesem Falle hinter dem Kalorimeter mit einem Hygrometer gemessen und in Rechnung gestellt. Da die Glocke des Gasometers durch Wasser abgesperrt war, so erfolgte die Ablesung der Luftfüllung erst, wenn diese sich vollständig mit Wasser gesättigt hatte. Diese Maßnahme empfahl sich auch deshalb, weil es längere Zeit, etwa $\frac{1}{2}$ Stunde, dauerte, bis sich die Temperatur des großen Luftvolumens ausgeglichen hatte.

4. Als Kalorimeter (s. Figur) diente ein zylindrisches Gefäß aus Nickelstahl von 45 cm Länge, 9 cm Weite und 0.5 cm Wandstärke, an dessen halbkugelförmigen Enden die Luft durch Stahlrohre von 4.5 und 3 cm Weite ein- und ausströmte. In dem Zuführungsrohr befand sich bei T_1 die Wicklung eines Platinthermometers, mit dem die Eintrittstemperatur der Luft gemessen wurde. Sie durchströmte danach bei H_1 einen elektrischen Heizkörper aus Nickelröhren, wurde durch zwei mit dünnen Scheidewänden abgegrenzte ringförmige Räume

geleitet und verließ das Kalorimeter, nachdem ihre Austrittstemperatur durch ein zweites bei T_2 angeordnetes Thermometer gemessen war.

Für die Versuche kamen nur starke Luftströmungen in Frage, wenn die Wärmeableitung der wegen der hohen Drucke starkwandig



gewählten Rohre keinen zu großen Einfluß ausüben sollte. Im Maximum war die durchströmende Luftmenge $G = 39$ kg/Stunde. Variiert man sie bis auf die Hälfte oder ein Viertel dieses Wertes, wie es für die Genauigkeit der Messung erwünscht ist, so läßt sich dieselbe Temperaturverteilung an der Kalorimeteroberfläche nur aufrechterhalten, wenn man das luftdurchströmte Gefäß mit einer Flüssigkeit umspült, die unter der Einwirkung eines Rührwerks in beständigem Kreislauf ge-

halten wird und die Temperatur über die ganze Oberfläche ausgleicht. Der Nickelstahlzylinder wurde deshalb noch mit einem dünnen Blechgefäß umgeben, das, ebenfalls durch eine leichte Zwischenwand in zwei Ringe geteilt, den Behälter für eine unter dem Einfluß einer kleinen Zentrifuge zirkulierende Ölmenge bildete. Das ganze Kalorimeter besaß einen Wasserwert von 4.3 kg und war, durch einen 1.5 cm breiten Luftraum isoliert, von einem hohlen Mantel M aus Eisenblech umschlossen, dem hindurchströmender Wasserdampf dauernd eine Temperatur von 100° erteilte.

Auf derselben Temperatur sollte das Kalorimeter während der Versuche erhalten werden, bei denen die Luft bei T_1 mit etwa 18° in den Apparat eintrat und ihn bei T_2 mit 100° verließ. Zur Erfüllung dieser Bedingung reichte der Heizkörper bei H_1 nicht aus, weil dem kalt eintretenden Luftstrom durch die untere starkwandige Flanschverbindung Wärme aus dem Öl zugeführt wurde. Diese Wärme mußte dem Öl ersetzt werden, was mittels eines im Ölgefäß bei H_2 angeordneten zweiten Heizkörpers aus Konstantandraht geschah. Die Summe der von beiden Heizkörpern abgegebenen Wärme bildete die zur Erwärmung der Luft dienende Wärmemenge Q.

Diese ergab sich aus Stromstärke und Spannung, gemessen durch Zeigerinstrumente; zur Ablesung der Platinthermometer diente ein Kompensationsapparat.

5. Der Apparat wurde während jedes Versuches mehrere Stunden lang im stationären Zustande erhalten. Die Zuführung einer konstanten elektrischen Energiemenge ließ sich leicht erreichen, schwieriger war es, die Luftströmung gleichmäßig zu halten. Um sie neben den nur in Zwischenräumen möglichen Messungen mittels des Gasometers dauernd zu kontrollieren, wurde die Tourenzahl des Kompressors mit einem Umdrehungszähler gemessen und durch Regulierung des elektrischen Antriebmotors beeinflußt. Im allgemeinen war die Luftmenge, die der Kompressor mit einem Hub förderte, ziemlich konstant. Sie wurde bei jeder Füllung des Gasometers mitbestimmt, indem man die Hübe des Kompressors während der Füllungszeit zählte, und war in der Zwischenzeit zwischen zwei Füllungen für die Messung maßgebend. Änderungen, die zuweilen in der Förderung des Kompressors auftraten, machten sich außerdem in dem Temperaturzustande des Kalorimeters sofort bemerkbar und konnten danach bei regelmäßigem Verlauf berücksichtigt werden; größere unregelmäßige Schwankungen, die den Versuch unbrauchbar machten, kamen nur selten vor.

6. Bei dem Wechsel der Strömungsgeschwindigkeit der Luft wurde derselbe Temperaturzustand der Oberfläche des Kalorimeters nicht vollständig gewahrt; es traten vielmehr an dem Eintrittsrohr und dem

Austrittsrohr je nach der in der Zeiteinheit durchgehenden Luftmenge verschiedene Temperaturgefälle auf. Hierdurch wird eine Korrektion des Verlustes V bedingt, wenn man ihn als unabhängig von der Strömungsgeschwindigkeit des Gases in Rechnung stellen will. Die Korrektion überstieg niemals 2 Prozent der zugeführten Energie. Sie konnte aus dem Wärmeleitvermögen der Rohre und ihrer Isolation und aus der mittels Thermoelemente gemessenen Temperaturverteilung an den Rohrwänden genau genug berechnet werden.

7. Die Ergebnisse unserer Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Diese enthält, nach steigenden Drucken p geordnet, in der ersten Spalte die aus 46 Einzelversuchen gebildeten Mittelwerte von c_p, deren Genauigkeit wir auf $\pm \frac{1}{4}$ Prozent schätzen; daneben stehen unter »berechnet« die Zahlen, welche aus der Gleichung dritten Grades

$$10^4 c_p = 2413 + 2{,}86\,p + 0{,}0005\,p^2 - 0{,}00001\,p^3$$

folgen.

Die spezifische Wärme der Luft $c_p \cdot 10^4$ bei $t = 59°$

p kg/cm²	nach direkten Messungen von			aus der Formel von Linde $c_p = c_0\left(1 - \frac{d\vartheta}{dT}\right)$ berechnet nach den Drosselversuchen von		
	Holborn und Jakob		Lussana	Joule und Thomson	Vogel	Noell
	beobachtet	berechnet				
0	—	2413	—	—	—	—
1	2415	2416	2370	—	—	—
25	2490	2485	2711	2481	2480	2493
50	2554	2556	3061	2557	2543	2568
100	2690	2694	3737	2721	2664	2701
150	2821	2819	4198	2919	2770	2812
200	2925	2925	—	3150	2853	2893

Unser Wert für 1 Atm. steht in befriedigender Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Swann[1] sowie von Scheel und Heuse[2], die für c_p bei 20° nach der Methode der dauernden Strömung 0,2417 und 0,2408 fanden im Gegensatz zu Regnault[3], der nach einem anderen Verfahren den kleineren Wert 0,2374 erhalten hatte.

Die dritte Spalte enthält die von Lussana[4] angegebenen Werte, die ebenfalls durch unmittelbare Messungen von c_p gewonnen wurden. Sie zeigen große Abweichungen von den unsrigen.

---

[1] Swann, Phil. Trans. (A) **210**, 199. 1910.
[2] Scheel und Heuse, Ann. d. Phys. **37**, 79. 1912.
[3] Regnault, Rel. des exp. II, S. 108. 1862.
[4] Lussana, Nuovo Cimento (4) **7**. 365. 1898.

Bessere Übereinstimmung ergeben Berechnungen aus dem Joule-Thomsonschen Effekt. Nach der von Hrn. von Linde[1] aufgestellten Beziehung gilt allgemein

$$c_p = c_0\left(1 - \frac{d\delta}{dt}\right),$$

wenn c_p und c_0 die spezifische Wärme bei dem konstanten Druck p und o bedeuten, und δ die Abkühlung, wenn die Drosselung vom Druck p auf verschwindend kleinen Druck vorgenommen wird. Aus den Versuchen von Joule und Thomson folgt für Drucke von einigen Atmosphären zwischen 0 und 100°

$$\delta = \alpha p\left(\frac{273}{T}\right)^2,$$

wo die Konstante α für Luft den Wert 0.27 besitzt. Hieraus entwickelte von Linde für die Zunahme der spezifischen Wärme mit dem Druck die Gleichung:

$$c_p = c_0\left(1 - \frac{3\alpha p \cdot 273^2}{T^3}\right)^{-\frac{2}{3}}$$

und Vogel[2] auf Grund neuer Versuche, die er bei 10° bis zu Drucken von 150 Atm. anstellte, die Formel:

$$c_p = c_0\left\{1 - \frac{3 \cdot 273^2}{T^3}\left(ap - \frac{1}{2}bp^2\right)\right\}^{-\frac{2}{3}},$$

mit $a = 0.268$ und $b = 0.00086$. Neuerdings hat nun Noell[3], der die Vogelschen Versuche auf das Temperaturgebiet zwischen −55 und +250° erweiterte, für den Drosseleffekt die Beziehung

$$\frac{\Delta T}{\Delta p} = \frac{50.1 + 0.0297p}{T} + \frac{14830 - 1.674p}{T^2} + \frac{366000 - 19093p}{T^3} - (0.122 - 0.0000157p)$$

angegeben. Hieraus leiten wir für die Zunahme der spezifischen Wärme mit dem Druck die Gleichung

$$c_{10n} = c_0(A + 5B)(A + 15B)\ \ldots\ldots\ (A + [10n - 5]B)$$

ab, wo c_{10n} die spezifische Wärme für den Druck $p = 10n$ kg/cm² bedeutet und $A = 1.0135_5$, $B = -0.00004532_0$ zu setzen ist. Mit dem

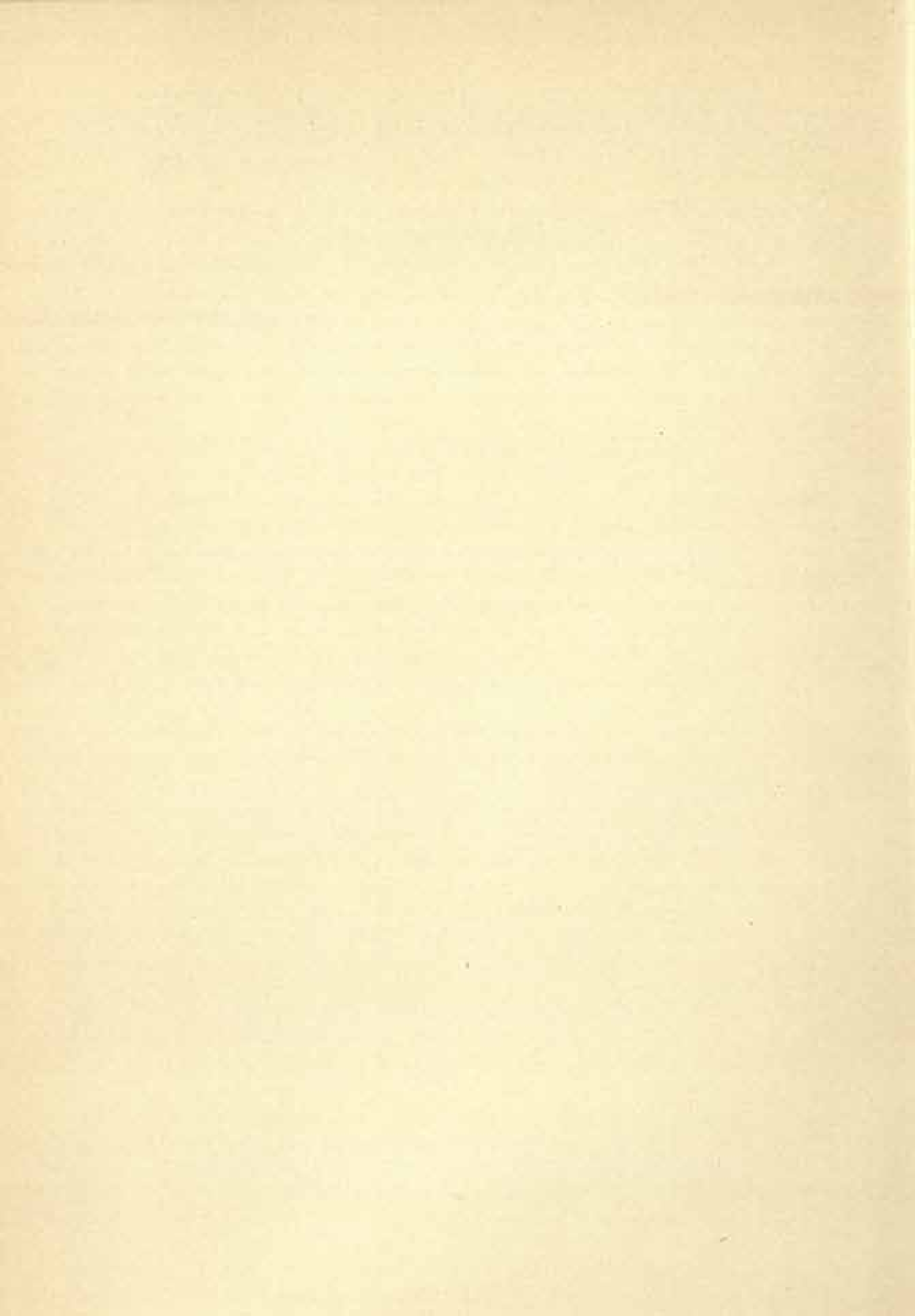
---

[1] von Linde, Sitzungsber. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss. 1897. S. 485.

[2] Vogel, Mitt. über Forschungsarbeiten des Vereins deutscher Ingenieure, Heft 108 und 109. 1911.

[3] Noell, Sitzungsber. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss. 1913. S. 213.

Werte $c_0 = 0.2413$ wurden aus den vorstehenden Gleichungen die drei letzten Spalten der Tabelle berechnet. Die Zahlen, die sich aus den Beobachtungen Noells ergeben, stimmen fast vollständig mit unseren Werten für c_p überein; nur der Wert für 200 Atm., der schon außerhalb des Noellschen Beobachtungsbereiches liegt, zeigt eine etwas größere Abweichung.



1914.
IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*Hr. Norden las über das siebente Buch der Annalen des Ennius.

Die bisherigen Versuche, diesem Buche die Erzählung des Ersten Punischen Krieges zuzuweisen, treten in Widerspruch mit dem Zeugnisse Cicero's, dass Ennius diesen Krieg übergangen habe. Auf Grund eines Vergleichs der erhaltenen Fragmente mit Nachahmungen Vergil's sowie den Nachrichten des Polybios und Livius wird gezeigt, dass die in diesem Buche erzählten Ereignisse die Jahre 235—217 umfassten.

Neues von Kallimachos. II.

Von Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff.

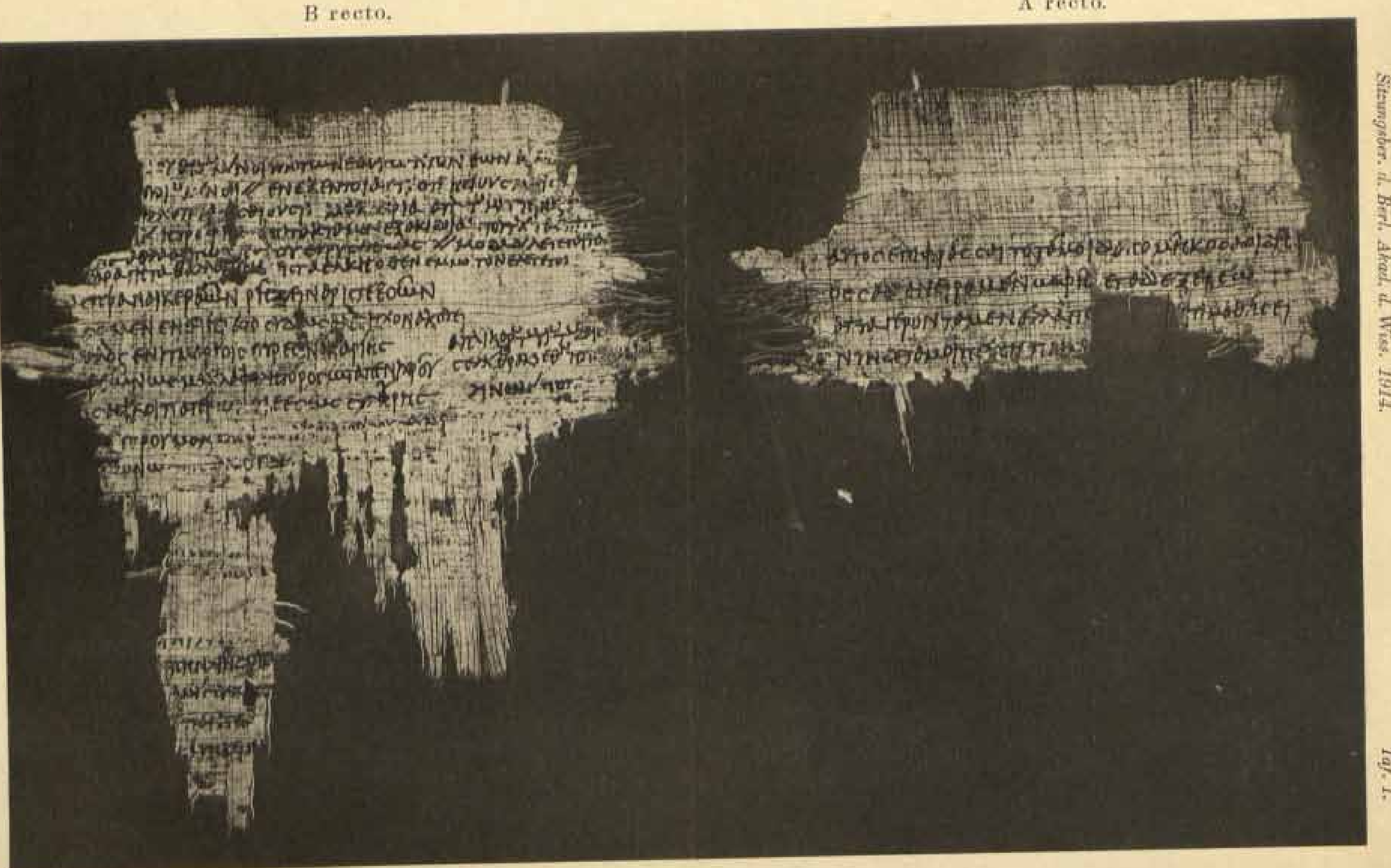
(Vorgelegt am 22. Januar 1914 [s. oben S. 75].)

Hierzu Taf. I.

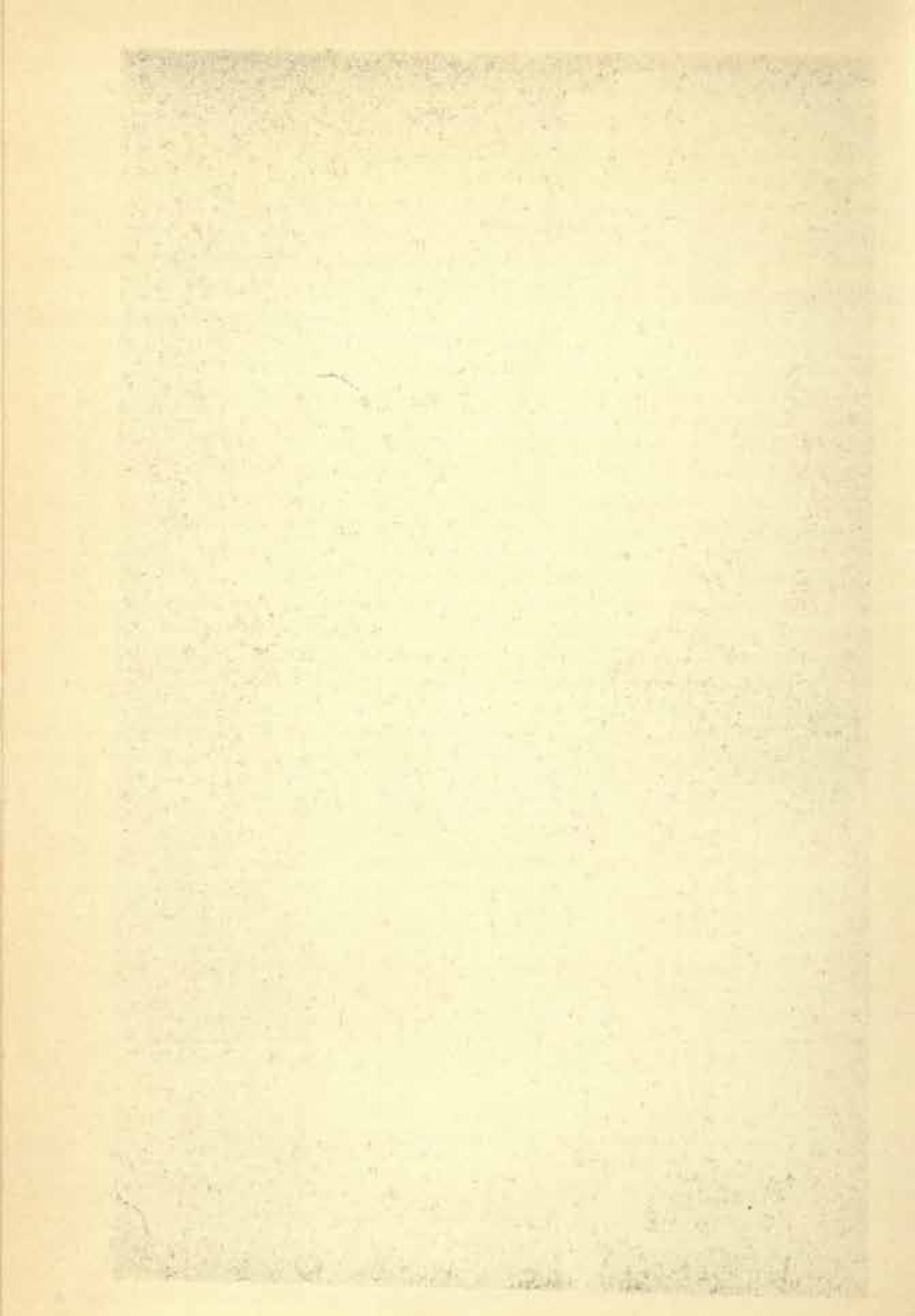
Im Jahre 1912 habe ich der Akademie zwei Bruchstücke aus den Liedern des Kallimachos vorgelegt (Sitzungsber. 524). Sie stehen auf zwei Fetzen aus einem Papyrusbuche, die kurz vorher im Handel für die Kgl. Museen erworben waren. Von demselben Buche ist ein kleiner Fetzen als Nr. 133 in den *Papiri Greci e Latini* (Florenz 1913) erschienen, der zur Hekale gehört. Als Provenienz ist Oxyrynchos angegeben, wo die *Società per la ricerca di Papiri in Egitto* hat graben lassen. Daß dieser Fetzen aus demselben Buche stammte wie die unsern, hat Prof. W. Schubart sofort erkannt. Die Schrift ist nicht identisch, macht vielmehr einen nachlässigeren und gröberen Eindruck, so daß sie, wenn auch frageweise, von den Herausgebern in das fünfte Jahrhundert gesetzt ist, während wir uns für das dritte entschieden hatten. Aber die Bildung der Buchstaben und der Charakter im ganzen läßt doch an der Zusammengehörigkeit nicht zweifeln; der Schreiber hat nur in der langen Zeit, die ein so dickes Buch in Anspruch nahm, mit verschiedenen Halmen und auch mit verschiedener Sorgfalt geschrieben. Daß sein Buch außer μέλη und Ἑκάλη auch die Aitia umfaßte, also recht dick war, lehren die beiden Fetzen, die ich jetzt herausgebe; ihre

[1] Arsinoe 47 habe ich den Akzent von Χάρι in der Abschrift vergessen. V. 45 hat P. Maas ἀπονειϲαμέναι richtig aus dem Genitiv hergestellt, das Scholion 6 Hr. Diels ὡϲ ἐν παϲϲεληνωι ἡρπαϲμένηϲ richtig gelesen. V. 48 ist τὰ πύρ' αἱ ϲαπ[vielleicht am besten unter Annahme eines Ägyptismus zu αἱ ϲαφανῆ zu ergänzen. Zu den Küssen als Siegespreise bei der Pannychis ist auf Platon Staat 468 zu verweisen, wo für die ἀριϲτεύϲαντεϲ in einem Feldzug bestimmt wird μηδενὶ ἐξεῖναι ἀπαρνηθῆναι ὃν ἂν βούληται φιλεῖν, ἵνα καὶ ἐάν τίϲ του τύχηι ἐρῶν ἢ ἄρρενοϲ ἢ θηλείαϲ προθυμότεροϲ ἦι πρὸϲ τὸ τἀριϲτεῖα φέρειν. Und zu dem Kuchen als Preis vgl. Hesych ϲηϲαμόεντ' ἄρτον· οὗτοϲ ἔκειτο ἆθλον τοῖϲ διαγρυπνήϲαϲι, πυραμοῦϲ καὶ ϲηϲάμινοϲ καὶ τοιαῦτά τινα. Der Vokalismus spricht gegen Herleitung aus der Komödie. Endlich zu dem seltsamen ἐκ κεφαλῆϲ εὔυμνα ῥήματα κυλίειν im Epigramm auf Philiskos eine Parallele aus Carl Bellmann (Epistel 51 übersetzt von Niedner S. 120): süße Töne im Überfluß erbsengleich rund aus dem Mund kullernd fielen.

B recto. A recto.



U. von Wilamowitz-Moellendorff: Neues von Kallimachos. II.



Schrift steht in der Mitte zwischen dem früher bekannten Berliner und dem Florentiner Bruchstück; die Scholienschrift namentlich ist unverkennbar dieselbe. Diese neuen Fetzen (Pap. Nr. 11629) sind im Handel erworben; wenn das Florentiner Blatt aus der Grabung der Gesellschaft stammt, muß man vermuten, daß die andern von den Arbeitern entwendet sind. Auf jeden Fall liegt es nahe, zu vermuten, daß mehr Stückchen in den Handel gekommen und nun in der Welt zerstreut sind. Die Gefahr ist groß, daß so etwas wie der Florentiner Papyrus oder unsere kleineren Stücke sich der Beachtung entzieht, und doch ist hier ein Fall, wo auch das Geringste etwas Hübsches ergeben kann, wie die Pannychis wohl gezeigt hat. Lediglich um dieser Möglichkeit willen teile ich die Photographie auf der anliegenden Tafel mit; die Lesung der stark verscheuerten Blätter kann höchstens vor dem Originale gefördert werden. Weil sie nur mühsam und nicht voll befriedigend gelang, obwohl Wilcken und Hunt die Photographie wenigstens gesehen haben, ist die Publikation verzögert worden; aber länger mochte ich einen solchen Fund der Öffentlichkeit nicht vorenthalten, und wenigstens einige Schritte habe ich auch vorwärts getan, weil ich die Arbeit einige Monate ruhen ließ; zufrieden bin ich mit dem Ergebnis immer noch nicht. Das Hauptverdienst an der Lesung hat wie immer Hr. Schubart. Nützlich war mir aber auch eine Abschrift, die Hr. Lobel aus Oxford ganz unabhängig genommen hatte. Schließlich muß ich die Verantwortung für Lesung und Deutung ganz auf mich nehmen. Ich gebe zunächst von dem kleineren Bruchstück Abschrift und Umschrift. Es ist das oberste Stück einer Seite.

A verso.

[..]ΚΤΑΜΕΝΑΥΤΌΘΙΜΙΜΝΕΝ·ΑΠΈCΤΙΧΕΔ᾽ΑΡΓΟCἘῼΙΟC.
ΟΥΔΕΞΕΙΝΟΔΌΚΟΥΛΗCΑΘ᾽ΥΠΟCΧΕCΊΗC·
ΠΕΜΨΕΔΕΟΙ̣Π̣[..]Ο̣[........]ΔΕἘΩCΕΝΑΠΗΩ͂Ν   ΤΟΝΟΝΟΝ
[.].Ν̣Δ᾽ΕΘ[.]Π̣[- - - -]ΜΑΠΑΥCΟΜΈΝΗΗΝ   Τ̄Τ/ΑΙΩ[
[..]...[- - - - - - - - - - -Λ̣ΗΝ̣Η̣C̣

ΝΎΚΤΑ ΜῈΝ ΑΥ̓ΤΌΘΙ ΜΊΜΝΕΝ, ἈΠΈCΤΙΧΕ Δ᾽ Ἄργος ἐῷιος,
ΟΥ̓ΔῈ ΞΕΙΝΟΔΌΚΩΙ ΛΉCΑΘ᾽ ὙΠΟCΧΕCΊΗC,
ΠΈΜΨΕ ΔΈ ΟἹ Π[..]Ο[...ΤΙ͂ΕΝ] ΔΈ Ἐ ὩC ἝΝΑ ΠΗΩ͂Ν
[ΝΥ͂]Ν Δ᾽ ΕΘ᾽ [Ὁ]Π̣[......ΟΥ̓ΔΑ]ΜΆ ΠΑΥCΟΜΈΝΗΗΝ
5 - - - - - - - - - - - ΛΉΝΗC.

Schol. 3 ΤῸΝ ὌΝΟΝ. 4 ΤΟΥΤΈCΤΙΝ ΑἸΏ[ΝΙΟΝ].

V. 1 ΧΕΝΑΡΓΟC vor der Korrektur. V. 2 ist ΞΕΙΝΟΔΌΚΟΥ überliefert, aber unhaltbar, da es sich weder um eine ΞΕΙΝΟΔΌΚΟC ὙΠΕCΧΕCΙΗ noch um ein Versprechen des Wirtes handelt, sondern der Gast, der über Nacht geblieben ist, hat versprochen, einen Esel, falls er ihn etwa mitgenommen hatte, zurückzuschicken, oder besser, da nur ΠΈΜΨΕ dasteht, als Geschenk zu schicken und seinem Wirt ein freundliches Andenken zu be-

wahren. Das hält er, indem er jenen, vermutlich einen gesellschaftlich tief unter ihm stehenden Bauern, wie einen Verwandten behandelt, und auch noch heute lebt jener in der und der Weise in dem Gedächnis[1]. V. 3 ist ergänzt nach dem Verse der Hekale Fr. 41 τίον δέ ἑ πάντες ὁδῖται ἦρα φιλοξενίης. Vorher muß nach dem Scholion eine Glosse mit dem Sinne »Esel« gestanden haben, die ich vergeblich gesucht habe. V. 4 stand mit dem Artikel eine Bezeichnung des Geehrten oder ὅτ᾽, und dann so etwas wie ἐν θυσίηισ᾽ οὐδαμὰ παυσομένην τιμὴν δημοτελέσσιν ἔχει. Da 5 auf σελήνης oder γαλήνης ausgegangen zu sein scheint, war etwa der Monatstag des Gedächtnisfestes bezeichnet.

A recto.

ΑΥΤΟϹΕΠΙΦΡΆϹϹΑΙΤΟ·ΤΆΜΟΙΔ'ΑΠΟΜΗ͂ΚΟϹΑΟΙΔΗ͂

ΌϹϹΑΔ'ΑΝΕΙΡΟΜΈΝΩΦΗ͂[.]ΕΤΑΔ'ΕΞΕΡΈΩ·

ΑΤΤΑΓΕΡΟΝΤΑΜΕΝΆΛΛΑΠΑ̣[......]Α̣ΙΤΙΜΑΘΉϹΕΙ·

ΝΥΝΔΕΤΑΜΟΙΠΕΥ͂ϹΗΠΑΛΛΑ[

[.]Α̣[- - - - - - - - - -]Α

Vor 4 unsichere Reste.

αὐτὸς ἐπιφράσσαιτο, τάμοι δ᾽ ἄπο μῆκος ἀοιδῆ·
  ὅσσα δ᾽ ἀνειρομένωι φῆ[σ]ε, τάδ᾽ ἐξερέω
»ἄττα γέρον τὰ μὲν ἄλλα πα[ρὼν ἐν δ]αιτὶ μαθήσει,
  νῦν δὲ τά μοι πεύσηι Παλλά[ς - -

»Was sie sonst getrieben haben, möge sich der Hörer (Leser) selber denken und mir die langweilige Erzählung sparen; ich will nur erzählen, was er auf die Frage (des andern) für Auskunft gab.«

Den vierten Vers kann z. B. Παλλὰς ἔειπε θεή füllen; natürlich hat etwas Besseres dagestanden. Elegant ist die Inversion, für die ich Theokrit 29,3 τὰ φρενῶν ἐρέω κέατ᾽ ἐν μυχῶι als Musterbeispiel im Gedächtnis führe. Kallimachos Fr. 471, οἵ δ᾽ ἕνεκ᾽ Εὐρυνόμη Τιτηνιὰς εἶπαν ἔτικτεν[2].

---

[1] Das Scholion τὸν ὄνον kann auch auf ἑ bezogen werden; das wäre hübsch, aber allzu hübsch um wahr zu sein.

[2] εἶπαν, nicht εἶπον ist das Kompendium im Schol. Townl. Σ 399 zu deuten, und das entspricht der Weise des Kallimachos. Ich will hier noch ein Beispiel hersetzen. Die Inversion hat in einem vielbehandelten Verse des Theokrit (12,23) den Anlaß zur Verderbnis gegeben, und ich mußte in der zweiten Auflage meiner Oxforder Bucolici, wo ich mehrere Kreuze entfernen konnte, noch eins stehen lassen. Theokrit hat einige unbescheidene Wünsche geäußert, zuletzt für die Zeit, wo er im Hades sein wird

ἀλλ᾽ ἤτοι τούτων μὲν ὑπέρτεροι Οὐρανίωνες
ἔσσονθ᾽ ὡς ἐθέλουσιν.

Da ist sicher, daß »die oberen Götter« im Gegensatze zum Hades nach dem ἐνέρτερος Οὐρανιώνων Homers Ε 899 gesagt ist. Sicher ist auch der Sinn »das mag (oder wird) nach dem Willen der Himmlischen geschehen, ich tue jetzt das und das«. Meineke hat daher ἔσσεται ὡς ἐθέλουσιν schon vermutet, aber, weil τούτων sich nicht fügen will, an dem unantastbaren Sinn von ὑπέρτεροι gerüttelt. Das Richtige ist

ἀλλ᾽ ἤτοι τούτων μὲν ὑπέρτεροι Οὐρανίωνες
ἔσσεται ὅσσ᾽ ἐθέλουσιν.

In unserer Überlieferung ist ὅσσ᾽ für ὡς gar keine wirkliche Änderung. Wer an hellenistische Kunst gewöhnt ist, empfindet in der Vorwegnahme des ὑπέρτεροι Οὐρανίωνες nur eine Feinheit.

Es leuchtet ein, daß die beiden Bruchstücke zu derselben Geschichte gehören und so aufeinander folgen; dazwischen fehlen etwa 32 Verse, wie sich nach dem Blatte aus der Arsinoe berechnen läßt. Ein Mann aus Argos ist bei einem Alten, vermutlich einem Bauern, eingekehrt. Er mußte sich eigentlich vorstellen und Dinge erzählen, die der Dichter unterdrückt, weil sie dem Leser bekannt waren. So erhält der Alte nur Auskunft über einen Befehl oder Rat der Athena an seinen Gast; das übrige wird auf das Nachtmahl verschoben. Ohne Zweifel mußte der Gast zwischendurch etwas tun, wohl gemäß dem Auftrage der Athena. In dem zweiten Bruchstück bricht er auf, nachdem er bei dem Alten genächtigt hat, geht nach Argos, sendet seinem Versprechen gemäß einen Esel und bewahrt seinem Wirt ein dankbares Gedächtnis, das bis heute durch irgendeine Stiftung dauert. Diese Stiftung also ist es, deren αἴτιον erzählt wird. Es liegt nahe, an Herakles bei Molorchos zu denken, denn da haben wir in der nötigen Entfernung von Argos einen Bauern, der den Herakles, sogar zweimal, bei sich aufgenommen hat; daß wir nicht wissen, wodurch das Gedächtnis des Molorchos erhalten war, woran also die überhaupt nur durch Kallimachos erhaltene Geschichte hing, verschlägt nichts. Aber diese Annahme würde verlangen, daß in den 30 Versen die Weisung des Herakles, ihm je nach dem Ausfalle des Löwenkampfes ein Schaf als einem Gotte oder einem Toten zu opfern, stand, danach auch der Kampf mit allem was daran hing, und die Rückkehr. Das geht unmöglich. Wir besitzen von der Molorchosgeschichte aus der Vorbereitung Fr. 108

> τὸν μὲν ἀριϲκυδὴϲ εὖνιϲ ἀνῆκε Διόϲ
> Ἄργοϲ ἔθειν ἴδιόν περ ἐὸν λάχοϲ, ἀλλὰ γενέθληι
> Ζηνὸϲ ὅπωϲ ϲκοτίηι τρηχὺϲ ἄεθλοϲ ἔοι[1].

Denn auf den Löwen wird man das eher beziehen als auf den Eber vom Erymanthos, der Argos schwerlich verwüstet hat. Und es stimmt, daß diese Verse aus dem dritten Buche angeführt werden und ebenso der Berg Apesas (Fr. 29), an dem der Löwe seine Höhle hatte. Diese Vorgeschichte hat nun freilich mit unserem neuen Bruchstücke nichts zu tun. Wohl aber was von der Rede erhalten ist, die Herakles hielt, als er aus dem Schlafe, in den er nach dem ersten Siege verfiel, er-

[1] Es steht bei Schneider noch verdorben und unvollständig, weil die Überlieferung in den Pindarscholien, die Tycho Mommsen zuerst herangezogen hat, noch unbekannt, war und ebenso das Etymologicum genuinum, in dem Reitzenstein, Index von Rostock 1890, den Buchtitel gefunden hat. Überliefert ist alles ganz richtig. ἔθειν stammt aus Homer I 540, wo die Glossographen die Deutung φθείρειν gaben, übrigens vielleicht aspiriert sprachen. Weil es dort von dem kalydonischen Eber gesagt ist, dachte T. Mommsen an den erymanthischen.

wachte, sich rasch mit Eppich kränzte und dessen Verwendung bei den nemeischen und isthmischen Spielen prophezeite, Fr. 103 (λέγει δ' Ἡρακλῆς fügt Plutarch zu, Symp. V 3)

> καί μιν Ἀλητιάδαι πουλὺ γεγειότερον
> τοῦδε παρ' Αἰγαίωνι θεῷ τελέοντες ἀγῶνα[1]
> θήσουσιν νίκης σύμβολον Ἰσθμιάδος
> ζήλῳ τῶν Νεμέηθε, πίτυν δ' ἀποτιμήσουσιν,
> ἣ πρὶν ἀγωνιστὰς ἔστεφε τοὺς Ἐφύρῃ.

Ebendahin wird man 250 ziehen, weil es die Einsetzung eines ἀγὼν στεφανίτης behandelt

> ἄξονται δ' οὐχ ἵππον ἀέθλιον, οὐ μὲν ἐχῖνον
> βουδόκον (d. h. einen λέβης βουχανδής).

Den Anfang der Rede gibt wohl 193

> Ζηνί τε καὶ Νεμέῃ τι χαρίσιον ἕδνον ὀφείλω.

Und in den Mund des Herakles selbst paßt 142, nach Schol. Sophokl. Ai. 26 ἐπὶ τῆς λεοντείας δορᾶς gesagt

> τὸ δὲ σκύλος ἀνδρὶ καλύπτρη
> γιγνόμενον νιφετοῦ καὶ βελέων ἔρυμα[2],

wo σκύλος und ἀνήρ auf einen Gegensatz deutet von »verfaule hier zur Schande für Hera« oder auch »nun möge der Löwe an den Himmel zu den Göttern zurückkehren« (er stammt ja aus dem Monde). Nur Herakles selbst konnte sich wohl ἀνήρ nennen.

So haben wir eine Vorstellung von der Anlage der Molorchosgeschichte, die keineswegs auf die Bewirtung des Helden durch Molorchos das Hauptgewicht legte, wie die Hekale. Was die alte Frau, bei der alle Wanderer einkehrten, aus ihrer Speisekammer vorholen kann, besaß der Hirt nicht, und Herakles würde mit der vegetarischen Kost auch wenig zufrieden gewesen sein.

Unmöglich ist natürlich nicht, daß Herakles der Held war, der in den neuen Versen übernachtet; aber die Geschichte kennen wir, soviel ich sehe, nicht. In ihr scheint auf den Esel etwas angekommen zu sein, und Fr. 180 sagt jemand ἔστιν μοι Μάγνης ἐννεάμυκλος ὄνος, also ein stattlicher Esel bester Rasse; Archilochos 97 hatte den Esel

---

[1] D. h. »Und die Korinther werden den Eppichkranz für die Feier des sehr viel älteren isthmischen Agon an Stelle der Fichte einführen«. Die isthmischen Spiele sind ja von Sisyphos für Melikertes gestiftet, bestehen also bereits, während Herakles die Stiftung der Nemeen für Archemoros erst prophezeit. γεγειότερον, ἀρχαιότερον τοῦδε ist ganz richtig; natürlich ging die Prophezeiung vorher, daß die Sieben bei Nemea einen Agon stiften würden.

[2] Fr. 211 ist auch von der Löwenhaut, also wohl von Herakles gesagt θηρὸς ἀερτάζων δέρμα κατωμάδιον, natürlich an einer anderen Stelle. Er kam ja noch oft genug vor, so daß auch kein Grund ist, es vor dem Theiodamasabenteuer einzureihen.

von Priene als besonders stramm gelobt: das ist dieselbe Gegend. In den Mund des Gastes, der seinem Wirte dieses Gastgeschenk verspricht, würde der Vers passen. Aber um weiterzukommen, müßte man eben die Geschichte kennen. Mit dem Heraklesabenteuer auf dem anderen Blatte kann dies in keiner Verbindung stehen, denn dort ist Herakles überall angeredet. Hier wird erzählt; in der Molorchosgeschichte war die Hauptsache, das Aition des nemeischen Eppichkranzes, dem Herakles selbst in den Mund gelegt. Man erkennt etwas von der verschiedenen Stilisierung, mit welcher Kallimachos Abwechslung in sein umfängliches Gedicht brachte.

B verso.

Α[. .]ΑΡΓΕΟΝΤ' ΤΑΥΡ' ΈΑΝΔΕΛΕΠΑΡΓῈΛΕΥΚΕΚΤΤΛΕ̣Π̣Α̣[
ΗΚ' ϹΕΝΟΠΗΛΕΥϹΩϹΕΙΗΦΟΝΕΥϹΑϹΤΟΝΕΑΥΤ' Α[.]Ε̣ΛΦΟΝ̣[
ΗΟΤΙΕΦΟΝΕΥϹΕΝΤ'ΕΑΥΤ' ΓΥΝΑΙΚΑΑΝΤΙΓΟΝΗΗΝ ΕΞΗϹϹ̣[
ΟΥΔ' ΠΟΤΕΔΕΟΑΔΙΜΑϹΡΗϹΤΕΤΑΙΕΙΜΗΟΤΙΠΡΟΧΕΕΤΑΙ.[

ϹΚΩ̃ΛΟϹΕΠΕΙΜΙΝΈΤΥΨΕΠΟΔΟϹΘΕΝΑΡ' ΑΥΤΑΡΟ̈ΠΕΙΝΗ
ΘΥΜΆΙΝΩΝΛΑΧΝΗΗΝϹΤΉΘΕΟϹΕΙΛΚΕϹΈΘΕΝ
ΔΡΑΞΆΜΕΝΟϹ' ΤΙΝΔ' ΩΝΑΓΕΛΩϹΑΝΕΜΊϹΓΕΤΟΛΥΠΗΙ
Ε̣ΙϹΟΚΕΤΟΙΤΡΊΠΟΛΟΝΝΕΙΟΝΑΝΕΡΧΟΜΈΝΩ
5 ΩΜΟΓΕΡΩΝΕΤΙΠΟΥΛΥϹΑΝΗΡΑΒΟΛΗϹΕΒΟΤΈΡΩΝ
[. . .]ΟΔΆΜΑϹ' ΔΕΚΑΠ[.]ΥΝΔ' ΕΙ̃ΧΕΝΑΚΑΙΝΑΝΟ̆ΓΕ ΤΟ[
[. . .]ΌΤ̣ΕΡΟΝΚΕΝΤΡΟΝΤΕΒΟΩ̃[. .]Α̣ΙΜΕΤΡΟΝΑΡΟΥΡΗϹ
[. . .] . . . ΟΥΞΕ̣[ΝΩΝ̣ΧΑΙ̣ΡΕ[. . . . .]Μ̣ΈΝΩΝ
[. . . . .]Η̣ΜΕΓΑΡΗΤΕ̣Π̣ΡΟϹ̣[. . . . . .]ϹΑΙ . . Δ' ΑΝΩΓ̣.[
10 [. . . . .]Τ̣ΩΜΑΔΊΗϹ[. . . . .]ΝΕϹΩ
[. . . . .]ΝΟϹΟΝΤ' ΑΠΟ̣Π.[. . . . .]ΟΥΠΕΙΝΑΝΕΛ.[
[. . . . .]' ΚΑΙΦΙΛΙΗϹ[- - - - - -]ΙΟϹ Ε̣.[
[. . . . .]Γ' ΑΓΡΕΙΟΝ.[- - - - - -]ΕΓΈΛΑϹϹΕ Ε[
[. . . . .] . . . . . . [- - - - - - -]Τ̣ΕΒΟΩ̃Ν Τ[
]Ε[.]ΑΥΡΟΙ Ε̣[
15]Ο̣Ϲ' .[
]ΝΆΡΟΤΡΟΝ
]ΩΝ
]ΕΠ[

V. 5 in ΒΟΤΈΡΩΝ ist das Ρ durchgestrichen; über der zweiten Silbe scheint ΕΙ geschrieben zu sein, ist dann aber wieder durchgestrichen. 6 ΑΚΑΙΑΙΝΑΝ, aber das erste ΑΙ ist durchgestrichen. 9 in dem Iota von ϹΑΙ setzt in der Mitte der nächste Buchstabe mit einem Querstrich an, was am besten zu Υ paßt. Von dem nächsten Buchstaben ist unten ein Haken nach rechts geöffnet; ich glaube, daß er besser zu Λ als zu Ο paßt. Hinter dem Γ, das kaum bezweifelt werden kann, eine Rundung, Ε oder Ω oder Λ. 11 am Schluß eine Rundung, Λ oder Ω. 12 an dem Iota noch eine Ansatzspur des vorigen Buchstabens, am besten von Ϲ.

ϲκῶλοϲ ἐπεί μιν ἔτυψε ποδὸϲ θέναρ· αὐτὰρ ὁ πείνηι
θυμαίνων λάχνηι ϲτήθεοϲ εἷλκε ϲέθεν
δραξάμενοϲ· τὶν δ' ὦνα γέλωϲ ἀνεμίϲγετο λύπηι,
εἰϲόκε τοι τρίπολον νειὸν ἐπερχομένωι
5 ὠμογέρων ἔτι πουλὺϲ ἀνὴρ ἀβόληϲε βοτείων
[Θει]οδάμαϲ· δεκάπ[ο]υν δ' εἶχεν ἄκαιναν ὅγε,
[ἀμφ]ότερον κέντρον τε βοῶ[ν κ]αὶ μέτρον ἀρούρηϲ·
[τὸν δ' ᾔτ]ου· »ξείνων χαῖρε [ϲυναντο]μένων
[οὗτοϲ δ]ὴ μέγ' ἀρητὲ προϲ[έπλαϲα]ϲ, αἶ[ψα] δ', ἄνωγ[α],
10 [εἴ τι κα]τωμαδίηϲ [κοιτίδοϲ ἐϲτὶ]ν ἔϲω,
[τόϲϲο]ν ὅϲον τ' ἀπὸ π[αιδὶ] κακὴν β]ούπειναν ἐλά[ϲϲαι]
[οἶϲον], καὶ φιλίηϲ [μνήϲομ' ἀεὶ δόϲ]ιοϲ·«
[αὐτὰρ ὅ]γ' ἀγρεῖον [- - - ἐξ]εγέλαϲϲε
\- - - - - - - - -]τε βοῶν
15 - - - - - - - - - - -] ταῦροι
\- - - - - - - - -]οϲ,
[οἵ κεν βρωϲείοντεϲ ἐμὸν παρίωϲι]ν ἄροτρον
\- - - - - - - - - -]ων
\- - - - - - - - - - Λ]έπ[αργε

*   *
*

Fr. 138 ἔκλυε ⟨καὶ⟩ τῶν μηδὲν ἐμοὺϲ δι' ὀδόνταϲ ὀλίϲθοι
Πηλεὺϲ - - - - - - - -

*   *
*

\- εξηϲϲ - - - - - - - - - - -

*   *
*

Scholien oben. (19) Λ[έπ]αργε· ὄνομα τοῦ ταύρου· ἐὰν δὲ λεπαργέ, λευκέ κατὰ τὸ τὸ λέπα[ϲ ἀργὸν ἔχειν.] (Fr. 138) ἤκουϲεν ὁ Πηλεὺϲ ὡϲ εἴη φονεύϲαϲ τὸν ἑαυτοῦ ἀ[δ]ελφὸ[ν Φῶκον,] ἢ ὅτι ἐφόνευϲεν τὴν γυναῖκα Ἀντιγόνην. εξηϲϲ - - - οὐδέποτε δὲ ὁ ἀδάμαϲ ῥήϲϲεται εἰ μὴ ὅτε προχέεται αἷ[μα τράγου.] Von den Scholien auf der Seite sind nur unbrauchbare Spuren erhalten.

Der Dichter redet den Herakles an, indem er eine seiner Taten erzählt. Das Erhaltene setzt damit ein, daß der Held seinen kleinen Sohn Hyllos auf den Arm genommen hat, weil das Kind sich einen Dorn in den Fuß getreten hat. Er zerrt an den Zotteln der väterlichen Brust, wie die kleine Artemis auf dem Schoß des Kyklopen (Hymn. 3, 76); aber sie tut es aus Mutwillen, Hyllos verlangt ungebärdig zu essen. Der Vater sucht zu helfen, und als ihm Theiodamas, ein alter, kräftiger Bauer begegnet, der auf einem Felde pflügt, einen großen Stachel in der Hand, bittet er höflich, er möchte ihm für das Kind etwas Speise aus dem Ranzen vorholen, den er auf

dem Rücken trägt. Aber Theiodamas lacht nur höhnisch und weist
ihn ab »da hätte ich viel zu tun, wenn ich jeden füttern sollte,
der hungrig an meinen Pflug kommt. Vorwärts, Grauer!« Aber He-
rakles macht kurzen Prozeß, nimmt den Ochsen, schlachtet ihn und
macht sich ans Braten. Der Bauer kann nur schimpfen, und Hera-
kles bekommt die ärgsten Dinge zu hören; der Dichter mag sie gar
nicht alle wiederholen; so haben einmal die alten Weiber auf Peleus
geschimpft. Es mögen noch andere Parallelen gezogen sein, und zu-
letzt sind doch noch Worte des Theiodamas angeführt worden, wie
sich auf der Rückseite zeigen wird. Aber zunächst muß das einzelne
erklärt werden: 1. σκῶλος stammt aus Homer N 564; wie Kallimachos
hat Aristarch das ἅπαξ κείμενον von einem Dorn verstanden, während
andere es mit σκόλου zusammenbrachten. Die Iliasscholien, Apollonios
Archib. 143 BEKKER und Hesych geben die παράδοσις. Kallimachos
hat es auch in der Hekale gebraucht, aus der adesp. 58 stammt. 3. ὦνα
bestätigt schön eine Emendation von LOBECK im Epigramm 34. 4. Da
erscheint wie Hymn. 4, 150 das anstößige εἰσόκε mit dem Indikativ,
das von späteren abgesehen bei Apollonios, und schon in dem atti-
schen Pallashymnus Homers 28, 14 erscheint. O. SCHNEIDER hat die
Stellen zu dem Verse des Hymnus gesammelt. Natürlich muß die
Form überall bleiben. Die späteren Epiker hatten vergessen, daß es
eigentlich εἰς ὅ κε war, natürlich ionische Epiker, die nicht mehr κε
oder κα zu hören bekamen. τρίπολον νειόν stammt von Homer ε 127;
und hier hat τρίπολον eigentlich nichts zu suchen. 5. ὠμογέρων ἔτι
πουλὺς hat seine Parallele an βούπαις οὔπω πολλός bei Apollonios 1,
760 von dem noch nicht ganz zum Epheben erwachsenen Apollon. βο-
τείων war, wie es scheint, zu βοτέρων verschrieben, in βοτέων geän-
dert, βοτείων darüber gesetzt und wieder gestrichen. βοτεῖσθαι steht bei
Nikandros Ther. 394, βοτεῖν βόσκειν bei Hesych. Die sprachwidrige
Form nach dem hesiodischen οἰκείων Theog. 330 u. a. Wegen des
seltenen Wortes ἄκαινα (alt und gut, : ἄκων = λέαινα : λέων) ist uns der
Vers erhalten, Fr. 214 Schol. Apollon. III 1323 ἄκαινα μέτρον δεκά-
πουν Θεσσαλῶν εὕρημα ἢ ῥάβδος ποιμενική, παρὰ Πελασγοῖς ηὑρημένη, περὶ
ἧς Καλλίμαχός φησιν ἀμφοτ. — ἀρούρης. Die ganze Erklärung stammt
aus dem Kallimachosverse außer Θεσσαλῶν εὕρημα, was die Verwen-
dung des Wortes als Maß bei den Thessalern vielleicht bezeugt, wenn
es nicht aus Apollonios ist, der einen Bauern Πελασγίδι ἀκαίνῃ die
Ochsen antreiben läßt, es also als κέντρον verwendet. Aber dann
glauben wir ihm, daß die Glosse thessalisch ist. Hesych ἄκαινα stammt
aus Kallimachosscholien zu unserem Verse. Das Fragment war un-
glücklich behandelt. Am Anfange des nächsten Verses muß so etwas
stehen wie τὸν δὲ προσέφης, und die erhaltene Endung ου zeigt, daß

es ein zweiter Aorist oder ein Imperfectum medii war, denn αὐτοῦ oder ähnliches faßt der Vers nicht. Wenn Imperfektum, muß mehr darin liegen als die Anrede, etwas das dauernd gefaßt werden kann. Ich habe nur τὸν δ' ἠιτοῦ gefunden oder τοῦ δέ; wie Kallimachos konstruiert hat, kann ich nicht entscheiden. Die attische Form ἠιτοῦ darf man gelten lassen. συναντομένων wird das Verbum wirklich sein; in der Kopie des Artemishymnos 161 steht ἀποτριόωντι συνήντετο Θειοδάμαντι. Nun wird die Ergänzung sehr schwer, besonders weil die Lücken in allen Versen bis 13 nur gemäß der Gesamtauffassung ausgefüllt werden können. ξείνων χαῖρε συναντομένων — μέγ' ἀρητέ ist gegeben. Also sind dem Wanderer zwar Leute begegnet, aber an Theiodamas muß etwas sein, was ihn als πολυπόθητος von diesen unterscheidet. δ' ἄνωγ- ist am Schlusse desselben Verses gegeben, also ἄνωγα oder eine andere Form dieses Verbums und der Anfang eines zweiten Satzes; also ein zu diesem gehöriges Wort vor δέ. Das war zweisilbig, denn gemäß dem Versbau des Dichters ist die bukolische Diärese so gut wie sicher, denn daß ein auf σαι angehendes Wort schon mit προς hinter der Zäsur anfing, ist kaum denkbar. Ich halte αἶ[ψα] für allein mit den Resten vereinbar. Dann verlangt man in προς-ς eine zweite Person eines Verbums. »Sei mir gegrüßt, Fremdling, der du mir von allen, die mir begegnen, am erwünschtesten erschienen bist.« Der Vokativ μέγ' ἀρητέ, wo unsere Logik den Nominativ erwartet, entspricht griechischem Gebrauche. ὦ πολύκλαυτε φίλοισι θανών Aischylos Pers. 612. Das η vor μέγ' ἀρητέ ergänzt sich nun sicher zu δή. Davor aber muß etwas stehn, in dem der Vorzug des Theiodamas vor andern συναντόμενοι angedeutet war. Er kann nur darin bestehen, daß Herakles bei ihm einen Vorrat von Speise voraussetzen darf. Das wird er nicht plump gesagt haben; aber man muß raten. Ich ergänze οὗτος δή μέγ' ἀρητέ προσέπλασας; aber das Verbum befriedigt mich nicht, obwohl es den Raum füllt, durch den bequemere ausgeschlossen werden. οὗτος dagegen ist gut. οὗτος ἐγὼ ταχυτᾶτι sagt Erginos zu Hypsipyle, als er im Laufe gesiegt hat, Pindar Ol. 4, 20. Den Inhalt des οὗτος muß das Folgende bringen. Da kann ein Befehlen allein von Herakles ausgehen, also ἄνωγα, und der Inhalt des Befehles muß sein »gib zu essen«. Ein Accusativus cum infinitivo läßt sich aber in das Folgende nicht hineinbringen, da nirgend ein Platz für das Pronomen ist. Also war ἄνωγα in einem Imperativsatze eingeschoben, ὡς τάχιστα δὲ κελεύω δός. Das Objekt ist in V. 11 erhalten [τόσσο]ν ὅσον τ' ἀπὸ π[αιδὶ κακὴν ἐ]ούπειναν ἐλ[άσσαι], denn das »gerade so viel« ist gut kallimacheisch ausgedrückt, τὰ δὲ τόσσον ὅσον διὰ πλεῖστον ἔχουσιν Hymn. 1, 64; ὅσον ὅσον στιλὴν Aristophanes Wesp. 213, οὐδ' ὅσον ὅσσον Philitas, Stob. Fl. 104, 12 »auch

nicht so viel«. Nun muß der Begriff »Speise« in V. 10 stecken, wo κατωμαδίης — ἔσω ganz deutlich auf den Ranzen deutet, den der Bauer auf dem Rücken trägt, und der sein Frühstück enthalten muß. Also weil die πήρα verrät, daß hier auf Speise zu rechnen ist, war Theiodamas dem Herakles eine willkommene Begegnung. Ob mit [εἴ τι κα]τωμαδίης [κοιτίδος ἐστὶ]ν ἔσω gerade die Worte getroffen sind, ist Nebensache; es wird wohl ein gesuchteres Substantiv da gestanden haben. Nun fehlt nur der Imperativ am Anfang von 11, wo mit καὶ φιλίης [μνήσομ' ἀεὶ δόσ]ιος der notwendige Gedanke in beliebigen Worten sich leicht einstellt. Für den Imperativ habe ich nur οἶσον gefunden; das mag durch etwas anderes ersetzt werden: der Bau des Ganzen wird hergestellt sein, und daß αἶψα — οἶσον alles umrahmt, gibt der Rede die eleganteste Rundung und das gefälligste Ethos. V. 12 kann kaum anders begonnen haben, obwohl [αὐτὰρ ὅ]γ' für den Raum etwas viel ist; [ἐξ]εγέλασσε verlangt der Versbau; es mag davor ein Synonymon wie ἄγρεῖον [καὶ ἀμείλιχον] gestanden haben. Dann ist 17 als Fr. 435 bei Apollonios Archib. οὐείοντες erhalten, schon von Knaack auf diese Geschichte bezogen[1]. V. 19 liefern die Scholien die Anrede des Ochsen Λέπαργε. Bei Theokrit 4, 45 ist σίτθ' ὁ Λέπαργος auch Rufname, in den Scholien steht dort die Etymologie, und damit die Ergänzung für das Scholion hier[2]. Durch das folgende Scholion erhält Fr. 136 seinen Platz auf dieser Seite. Schol. Pind. Nem. 5, 25 μήποτε καὶ τὰ παρὰ Καλλιμάχωι »ἔκλυε ⟨καὶ⟩ τῶν μηδὲν ἐμοὺς δι' ὀδόντας ὀλίσθοι Πηλεύς« οὕτως ἀποδοτέον ὅτι αἱ γυναῖκες ὠνείδιζον αὐτῶι τὸν Φώκου θάνατον. Die Weiber werden in dem Pentameter erwähnt gewesen sein; bei welcher Gelegenheit sie schimpften, weiß ich nicht; es kontrastiert mit den Segensrufen der Menge beim Einzuge des Peleus mit seiner Braut Thetis, die wir seit kurzem aus Hesiod kennen (Fr. 81 Rzach, Sitzungsber. 1900, 849). Der Mord des Phokos ist bekannt; neu dagegen, daß Peleus seine Gattin Antigone erschlagen haben soll, die wir als Mutter des Polydore (Homer Π 175, Κλεοδώρη Zenodot) durch Pherekydes in dem Scholion der Homerstelle kennen. Es liegt auf der Hand, daß die Schimpfreden gegen Peleus als Parallele zu denen des Theioda-

[1] Aber was von mehreren vermutet war, daß 491 b τέμνοντα σπορίμην αὔλακα γειομόρον hierher gehörte, hat sich nicht bestätigt.

[2] Λέπαργε steht auch in dem Versschlusse eines wirklichen Sprichwortes bei Suidas und Eustathius zur Odyssee, 1676, 5 »ἀνὰ σοὶ τάδε πάντα Λέπαργε, sagte der Bauer und packte dem Stier alle seine Sachen auf, als er mit dem Pflügen fertig war«. Erst der Apolog macht es verständlich, ἐπὶ τῶν οὐδὲ μετὰ κάματον ἀνιεμένων, καὶ γὰρ βοὶ λυθέντι ἔργου ἐπιτίθεται ζυγὸς καὶ τὰ σκεύη τῶι δυνατωτάτωι. Wer was geleistet hat, dem wird nur immer mehr aufgepackt: das der Sinn des hübschen und wahren Wortes. Hier hilft es dazu, daß man keinen direkten Zusammenhang zwischen Theokrit und Kallimachos annehme.

mas angeführt waren, wodurch sich der Vers mit καί passend ergänzt; natürlich ist auch μέν möglich. Schneider hatte abscheulich ἑκαν' ἐτῶν geschrieben. In dem Scholion folgt auf Ἀντιγόνην εξηc[-; das wollte ich ἐξ ἧc deuten und Πολυδώρη ergänzen, was der Platz eben noch zuläßt. Aber der Rest des nächsten Buchstabens führt auf c oder ϵ, und dem nächsten Scholion fehlt nicht nur das Lemma wie dem vorigen, sondern es ist auch mit δέ angeschlossen. So bin ich gezwungen, in εξηcc[Reste des Lemmas zu sehen, die ich doch nicht deuten kann. Über die Beziehung des ἀδάμαc zu den Versen des Kallimachos weiß ich auch nichts zu sagen. Die Verbesserung des Scholions hat Plinius geliefert, 37, 59 *hircino rumpitur sanguine*. Übrigens wird wohl περιχέεται (besser als προcχέεται) für προχέεται zu verbessern sein.

B recto

]ΝΟΥΘΕΤ˘Μ΄ΝΟΙΥΠΟΤΩΝΕΑΥΤΩΝΓΟΝΕΩΝΚ/ΜΗ[
]ΠΟΙ˘Μ΄ΝΟΙ//ΕΝΕΚΕΝΤΟΙΑΥΤ,ΟΤΙΗΔΙΟΥCΜ[.]ΛΙCΤ[
]ΛΛΛΟΤΡΙΑΕCΘΙΟΥCΙ:ΜΑΚΤΗΡΙΑΑΠ'Τ˘ΜΑΤΤΕΙΝΚ/ΦΑ[
]˙/.ΗΤΡΟΦΗ˙ΕΠΙΤΑΚΓΑΜΕΝΕΞΑΚΙΔΟΙΑ˙ΤΟΥΤ˙˙/.ΤΑΕΠΙΤΑ.[
5]ΝΑΑΘΛΑΑΥΤΩΥΠΟΤΟΥΕΥΡΥCΘΕΩC//ΜΟΔΑΔ΄ΛΕΓΕΤΑΙΤΑΛ[
]Π˙ΑΡΑΓΗΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΑΕΙCΤΑΕΛΚΗΟΘΕΝΕΜΜΟΤΟΝΕΛΕΓΕΤΟ:

ΑCΤΈΡΑΝΑΙΚΕΡΑΏΝΡΗ̄ΞΕΙΝΑΡΙCΤΕΒΟΏΝ
[.]CΟΜΕΝΕΝΘ'ΗΡΑΤΟCΥΔ'ΩCΑΛΛὸCΗΧΟΝΑΚΟΥΕΙ
[.]ΕΛΛὸCΕΝΙΤΜΑΡΊΟΙCΟΥΡΕCΙΝΪΚΑΡΊΗC
[..]ΘΈΩΝΩCΜΑΧΛΑΦΙΛΗΤΟΡΟCΩΤΑΠΕΝΙΧΡΟΥ
5 ΩCΑΔΙΚΟΙΠΑΤΈΡΩΝΥΙΕΕCΩCCΥΛΥΡΗC
[....]ΓΕΡΟΥΜΑΛΕΛΑΦΡΟCΑΚΑΙΛΙ.ΟCΟΥCΕΧΕΛΕΞ[
[..]ΓΡΩΝΩCΕΠΈΩΝΟΥΔΕΝ[- - - - - -]ΟC

Randscholien:
ΑΠΟΪΚΑΡ˘Τ˘ΥΙ˘ΔΑΙΔ[.].[
CΕΛΛ΄ΘΡΑΚ.ΕΘΝ ΗΠΕ.....Ο.[(übergeschrieben: ΤΟ)
ΛΙΝΟΝΓ΄ΠΟΤΕΕ..[
- - - - - - [
- - - -[

von sieben Versen nur wenige unkenntliche Reste

15 [.....]ΕΙΝΙΛΙ..[
[.....]ΑΠΗΝΑΊΝΔΟΙΟΤ[
[......]ΑΜΊCΤΥΛΛΟΝ
[- - -]ΠΑΝΤΕC[
[- - -].ΑΥΗΚΕΙΝ

unkenntliche Reste von 3 Versen

V. 5 Schluß ΛΗΡΗC vor der Korrektur. 7 die Reste passen zu ΖΟΜ[ΕΝ]ΟC. Randscholion 2 ΤΟ ist Nachtrag. Der viertletzte Buchstabe kann Ο sein, kann aber auch z. B. zu der Abkürzung für ΟΥ gehören. Der drittletzte erscheint wie ein großer Strich mit verdicktem Kopf, doch wohl Iota. Der letzte sieht aus wie der erste Strich vom Η.

ἀϲτέρα, ναὶ κεραῶν ῥῆξιν ἄριϲτε βοῶν«
[ὧ]ϲ ὃ μὲν ἔνθ᾽ ἠρᾶτο, ϲὺ δ᾽ ὡϲ ἁλὸϲ ἦχον ἀκούει
[Ϲ]ελλὸϲ ἐνὶ Τμαρίοιϲ οὔρεϲιν Ἰκαρίηϲ,
[ἠι]θέων ὡϲ μάχλα φιλήτοροϲ ὦτα πενιχροῦ,
5 ὡϲ ἄδικοι πατέρων υἱέεϲ, ὡϲ ϲὺ λύρηϲ·
[Ζεῦ πάτ]ερ, οὐ μάλ᾽ ἐλαφρόϲ, ἃ καὶ Λί[ν]οϲ οὔ ϲ᾽ ἔχε λέξ[αι·]
[λυ]γρῶν ὡϲ ἐπέων οὐδὲν [ὀπιζόμεν]οϲ

* * *

\- - - - - - - - - ἕνεκεν
τοιαύτηϲ - - - - - - - - - - -

* * *

10 μακτήρια

* * *

. . . . . ϵινιαι
[τηλεδ]απὴν Λίνδοιο τ - - - - -
[θέντεϲ] ἀμίϲτυλλον [ταῦρον ἐπὶ ϲχαλίδων]
[- - - - -] πάντεϲ [- -
15 [- - - - - αὔηι κεῖν[- -

* * *

χαῖρε βαρυϲκίπων, ἐπίτακτα μὲν ἑξάκι δοιά,
ἐκ δ᾽ αὐταγρεϲίηϲ πολλάκι πολλὰ καμών

* * *

μότα

Scholion 3 am Rande ἀπὸ Ἰκάρου τοῦ Δαιδ[άλου]. Ϲελλοὶ τὸ Θρᾴκηϲ ἔθνοϲ ηπε- 5 oben [ἄδικοι·] νουθετούμενοι ὑπὸ τῶν ἑαυτῶν γονέων καὶ μη[δενὸϲ αὐτὰ] ποιούμενοι. 6 am Rande Λίνον γὰρ ποτε ἑ- 8 oben ἕνεκεν τοιαύτηϲ· ὅτι ἡδίουϲ· μάλιϲτ[α γ(ὰρ) ἥδον[τ(αι) ὅϲοι τὰ] ἀλλότρια ἐϲθίουϲι· μακτήρια· ἀπὸ τοῦ ματτειν καὶ φα[γεῖν | μᾶζα γ(ὰρ)] ἐϲτιν ἡ τροφή· ἐπίτακτα μὲν ἑξάκι δοῖα· τουτέϲτι τὰ ἐπιταϲ[ϲό-μ(ε)]να ἆθλα αὐτῶι ὑπὸ τοῦ Εὐρυϲθέωϲ· μότα δέ λέγεται τὰ λε[π]τὰ ῥάκη τὰ βαλλόμενα ἐπὶ τὰ ἕλκη, ὅθεν ἔμμοτον λέγεται.

Der Schluß der Schimpfrede in dem ersten Verse ist mir ganz unverständlich. »ja, du, der das Zerreißen von Ochsen am besten verstehst«, mag ein Hohn sein und besagen, »es zeigt sich, in welcher Sphäre sich dein Heldentum bewegt«. Aber da ist schon die Beteuerungspartikel nicht ganz leicht verständlich, für die man das bekannte Λυϲανίη ϲὺ δὲ ναιχὶ καλὸϲ καλόϲ anführen mag; und wie der vorige Satz auf ἀϲτέρα ausgehen konnte, ahne ich vollends nicht[1]. Dann wird die

[1] Für den Schreiber ist bezeichnend, daß er ῥῆξειν so akzentuiert hat, ohne an dem ει anzustoßen, und daß kein Korrektor gekommen ist. So stehen auch in dem Scholion oben die Ägyptismen μοδα für μότα, ραγη für ῥάκη; ῥῆξιϲ ist auch ganz

Unempfänglichkeit des Herakles für die Schmähungen[1] durch fast skurrile Vergleichungen hervorgehoben. Erst etwas Vornehmes, »wie der Seller in den tmarischen Bergen auf das Brausen des ikarischen Meeres hört«: die Seller aus Homer Π 233 sind zugleich diejenigen οἳ οὐκ ἴσασι θάλασσαν, zu denen Teiresias λ 122 den Odysseus schickt; das ist die alte Deutung des Verses und sicherlich auch von seinem Verfasser gemeint. Den Tmaros kennt Kallimachos auch Hymn. 6, 52; dem Meere eine geographische Bestimmung zu geben, ist eigentlich nicht nur müßig, sondern unpassend, da der Binnenländer überhaupt kein Meer kennt; aber solche Verwendung geographischer Namen, die uns aus der römischen Poesie geläufig ist, stammt sogar schon aus älterer Poesie, dem *portare ventis in mare Creticum* des Horaz entspricht das πέλαγος Κρήσιον des Sophokles Trach. 120. Auf die Nennung des Ἰκάριον πέλαγος hier bezieht sich die Subscriptio ἱστορεῖ Φιλοστέφανος καὶ Καλλίμαχος ἐν Αἰτίοις (Fr. 5) bei dem Mythographus Homericus zu Β 145, der die gewöhnliche Geschichte von Daidalos und Ikaros erzählt: ein recht guter Beleg dafür, was diese Zitate wert sind; es wollen ja immer noch viele nicht anerkennen, daß E. Schwartz sie richtig aufzufassen gelehrt hat. Mit diesem Bilde kontrastieren die folgenden »wie die liederlichen Knaben, die περίφοιτοι ἐρώμενοι, auf einen armen Liebhaber« und »wie mißratene Söhne auf ihre Eltern«. Die Erfahrung, die Kallimachos hier ausspricht und die er an Lysanias gemacht hat, hat er in einem andern Verse der Aitia formuliert πιπρήσκει δ' ὁ καλὸς πάντα πρὸς ἀργύριον, Fr. 419; ich habe diese echte Fassung aus den Thukydidesscholien des Vaticanus vor Jahren hervorgezogen, Curae Thucyd. 4. Endlich das stärkste ὡς σὺ λύρης: Herakles ist dem Kallimachos der ἄμουσος, wie ihn die Athener darzustellen liebten, und zu der Heldentat, die er an dem Ochsen vollbringt, paßt dieser Zug. Hier kann niemand verkennen, daß der Ernst, mit dem der Dichter die alten Geschichten erzählt, eine Maske der Ironie ist; dem dienen die realistischen Züge, und hier wird die Maske gelüftet, denn jeder hört bei dem σὺ λύρης das Sprichwort ὄνος λύρας[2]. Das ist so stark, daß er sich sogleich korrigiert; nur macht das die ἀμουσία erst recht schlimm: Herakles hat in der Schule nicht mit bloßer Teilnahmlosigkeit auf die Musik reagiert, sondern seinen

---

seltsam für das διαφορεῖν, das Zerreißen des Ochsen gesagt, denn gewöhnlich ist es »Aufplatzen« einer Ader, eines Geschwüres u. dgl. Es malt wohl, daß Herakles in der Eile dem Stier, ohne ihn abzuziehen, etwa ein Bein ausreißt und sich dann rasch ein gutes Stück zum Braten herausschneidet.

[1] Fr. adesp. 367 aus Plutarch *de inimit. utilit.* 8 von Herakles οὐδ' ὅσσον μυίης στυγερῶν ἐμπάζετο μύθων paßt in die Situation und gehört doch nicht her.

[2] Belegt schon bei Menander im Ψοφοδεής, ja schon bei Kratinos Χίρωνες 6 Mein.

Lehrer totgeschlagen. Daß das in dem übel zugerichteten Verse 6 gestanden hat, zeigt der Rest des Randscholions. Die Herstellung habe ich um den Preis einer Änderung erkaufen müssen. Denn die Reste haben alle die sich an der Lesung versucht haben darauf geführt οὐ μάλ' ἐλαφρός, ἃ καὶ . . . ος οὐ σ' ἔχε λε — zu erkennen, und da am Ende ξ wahrscheinlich ist, da τ kein Wort ergibt, und in der Lücke zuerst die Spitzen von λι ziemlich sicher sind, ist der Kreis der Möglichkeiten eng genug. Aber freilich, λινος hat nicht dagestanden; die Köpfe der Buchstaben, die allein erhalten sind, führen am ehesten auf λιρος oder auch λιθος. Dennoch hat mich der Sinn zur Konjektur gedrängt »du hörtest so wenig auf das Schimpfen wie . . . . und wie du auf die Leier — nein, nicht als einer, der's sehr leicht nimmt, das konnte dir Linos auch nicht nachsagen«. Die mahnende Beteuerung ist aus der letzten Silbe eines Daktylus γερ zu gewinnen; ε ist möglich, freilich auch ο und α, τ für γ hat keinen Anstand. Da bin ich auf Ζεῦ πάτερ geraten, vgl. Ζεῦ φίλε Epigr. 6. Ich habe trotzdem geringes Zutrauen, weil ich geändert habe. Hr. Lobel hat mit der gut möglichen Lesung λίθος vielleicht das Wahre getroffen; οὐ μάλ' ἐλαφρὸς λίθος paßt zusammen; λίθος ἐπὶ ἀναισθησίας kennt jeder. Aber wie das in einen Satz, den Satz in diesen Zusammenhang bringen?

Ganz ratlos stehe ich vor den Worten des Randscholions Σελλοὶ τὸ (dies nachgetragen) Θρᾴκης ἔθνος ηπε — mit den weiteren unklaren Zeichen. ἢ Πελασγοί wünscht jeder; aber das war es nicht. Ἠπείρου ist möglich, aber befriedigt auch nicht.

Nun haben wir nur die Scholien oben als Textzeugen; da ist das nächste auch bedenklich ἕνεκεν τοιαύτης ὅτι ἡδίους μάλιστα — — τὰ ἀλλότρια ἐσθίουσι. Da das sich keinesfalls als Scholion in einen Satz bringen läßt, sehe ich mich gezwungen, ἕνεκεν τοιαύτης als Lemma zu fassen, wo dann ἕνεκεν an den Pentameterschluß kommen muß. Das Scholion würde zu einem Verse passen wie dieser καὶ πολὺ μᾶλλον ἥσθης ταῖς φλογάσιν συντυχίης ἕνεκεν τοιαύτης, wobei es fraglich bleibt, ob dem Herakles den Genuß der Karbonaden der Umstand erhöhte, daß er sie nicht zu bezahlen brauchte, und nicht vielmehr, daß der Bauer, dem er den Ochsen weggenommen hatte, ihn in ohnmächtiger Wut ausschimpfte. Das nächste μακτήρια· ἀπὸ τοῦ μάττειν καὶ φα[γεῖν· μᾶζα γάρ] ἐστιν ἡ τροφή ergänzt sich aus Et. M. μᾶζα ἡ τροφή und Schol. Aristoph. Fr. 742 μάττειν τὸ πολλὰ ἐσθίειν; die μᾶζα ist eigentlich *puls* Brei; aber da μάττειν, zuerst kauen wie μασᾶσθαι, für gefräßig essen gesagt wird, konnte Kallimachos τὰ μακτήρια für die Speise sich erlauben, die Herakles μάττει, auch wenn es Fleisch ist. Bisher kannten wir nur μακτηρία als »Instrument zum μάττειν«, eine kühne

Metapher für die Verdauungsorgane, von Plutarch (Gastmahl der sieben Weisen 159) im Wetteifer mit der bekannten Schilderung des Timaios 70 gesagt.

Diese beiden Stückchen gehören wohl sicher in die Lücke vor den Versen, von denen man nur erkennt 11 [τηλεδ]απὴν Λίνδοιο (was wahrscheinlicher klingt als ἀλλοδαπήν oder gar ἡμεδαπήν) und 12 θέντεϲ ἀμίϲτυλλον ταῦρον ἐπὶ ϲχαλίδων (so Reitzenstein für ϲχα mit δ darüber), was Philoxenos im Et. gen. (Reitzenstein Etym. 26) anonym zitiert (Fr. anon. 117). Mit den übrigen kärglichen Resten kann ich nichts weiter anfangen. 11 möchte man Ἰαι[όθεν] lesen; die Besetzung von Lindos konnte auf dem Heimgange geschehen oder Herakles selbst konnte von Ilios heimkehrend das Opfer einsetzen; aber das schwebt in der Luft, und die Spuren passen nicht einmal gut zu irgendeiner Ergänzung. Immerhin gibt sich bequem der Zusammenhang im allgemeinen. »Dem Herakles hat es nie so gut geschmeckt wie unter den Flüchen; zum Gedächtnis fluchen die und die Auswanderer, wohl seine Nachkommen, in dem fernen Lindos noch heute, wenn sie ihm einen ganzen Ochsen braten.«

Erfreulich ist, daß das nächste Scholion einem ganzen Distichon seinen Platz anweist, Fr. 120 aus den Pindarscholien Nem. 3, 42:

χαῖρε βαρυϲκίπων· ἐπίτακτα μὲν ἑξάκι δοιά
ἐκ δ᾽ αὐταγρεϲίηϲ πολλάκι πολλὰ καμών.

Das ist offenbar der Abschluß; der Dichter, der so lange sich an Herakles gewendet hatte, nimmt Abschied und geht zu einem andern Thema über. Daß darin Charpie vorkam, μότα λ[επ]τὰ ῥάκη, aus Hesych ergänzt, hilft uns nichts.

Die Geschichte von Theiodamas ist von G. Knaack im Hermes 23 behandelt, wo man die Belegstellen bequem zusammenfindet. Das Ergebnis stellt sich jetzt anders heraus, aber ganz rein geht die Rechnung immer noch nicht auf. Was wir bei Kallimachos lesen, ist folgendes: Herakles trägt seinen Sohn, Hyllos natürlich; Begleitung scheint er nicht zu haben. Er trifft den Bauern Theiodamas beim Pflügen und nimmt sich einen von dessen Ackerstieren, da ihm die Bitte um Nahrung für seinen hungrigen Sohn abgeschlagen wird. Während er sich die Mahlzeit bereitet, flucht Theiodamas unbändig gegen ihn, was dem Heros seine Mahlzeit nur schmackhafter macht. Eine Ortsbestimmung ist nicht erhalten. Sieben Verse weiter lesen wir den Namen Lindos, und dann ist sicher, daß das bekannte lindische Opfer eines ganzen Stieres erwähnt war, bei dem Flüche ausgesprochen werden mußten. Auf derselben Seite, also keine 20 Verse weiter, ward die Geschichte abgeschlossen. Man kann meinen, Theiodamas wäre ein Lindier. Das

ist er, wie Knaack hervorgehoben hat, nur bei Philostratos Imag. II, 24. Die Λινδίων θυσία wird korrekt angegeben; von Hyllos ist keine Rede[1]. Daneben hat Knaack einige Zeugnisse gestellt, nach denen die Geschichte bei Lindos passiert[2], wie es die Lindier natürlich glaubten, aber der Bauer namenlos bleibt[3]. Eines davon (Konon 11) läßt Herakles für Hyllos um Speise bitten und am Ende sagen, es hätte ihm nie so gut geschmeckt, als während er dabei diese Flüche hörte. Das letzte namentlich ist schwerlich von den Versen des Kallimachos unabhängig, die wir nur durch die Scholien kennen. Ganz anders lokalisiert ist die Geschichte bei dem Scholiasten Nonnos zu Gregor, wo sie den von Gregor verwandten Beinamen Βουθοίνας erklärt; ob der in Rhodos Kultname war, ist unbekannt. Zwar der Anfang ist gleich; Herakles bittet um Brot für Hyllos, Theiodamas gibt es nicht und beschimpft den Herakles (ὕβρισε). Der nimmt sich den Ochsen. Theiodamas alarmiert die Dryoper, bei denen die Geschichte spielt; aber Herakles besiegt sie und nimmt Hylas, des Theiodamas Sohn, mit. Damit hat Knaack richtig zusammengestellt, was im Scholion zu Apollon. Rhod. I, 1212 erzählt wird: Herakles mit Hyllos, dessen Pädagoge gerade abwesend ist, trifft auf Theiodamas, bittet um etwas Speise, nimmt sich den Ochsen. Die Dryoper kommen; Herakles gerät in solche Not, daß selbst Deianeira zu den Waffen greift[4]. Aber er siegt, erschlägt Theiodamas (was auch bei Nonnos ergänzt werden muß), nimmt Hylas mit sich und verpflanzt die Dryoper in eine Gegend, wo sie sich ihr räuberisches Wesen abgewöhnen sollen[5]. In Zwischenbemerkungen

[1] Hier liegt ohne Zweifel ein wirkliches Bild zugrunde. Herakles mit dem Braten eines ganzen Stieres beschäftigt, während ein Bauer ihn mit Steinen wirft. Sehr verständig hat der Maler Steinwürfe an Stelle der Flüche gesetzt, die er nicht darstellen konnte. Daß für die Gefräßigkeit des Herakles auf ein pindarisches Gedicht hingewiesen wird, ist die Weise des Philostratos. Wir haben von dem Gedichte ein hoffnungslos korruptes Bruchstück (168), das nicht erkennen läßt, ob Philostratos richtig angibt, daß Herakles bei dem Lapithen Koronos schmauste: nach der Vulgata hat er ihn getötet, als er für Keyx von Trachis die Thessaler bekriegte. Diodor 4, 37. Apoll. Bibl. 2, 154.

[2] Daß die Zeugnisse auf eine gemeinsame Vorlage zurückgingen, ist weder erweislich noch wahrscheinlich. Es war eben eine ganz verbreitete Geschichte.

[3] In der apollodorischen Bibliothek II, 118 ist genauer der Hafen von Lindos Θέρμυδρα genannt, den Hiller von Gaertringen Athen. Mitt. 17, 317 zu lokalisieren versucht. Θέρμυδρα, wie Stephanos gibt, wird die richtige Form sein, nicht Θερμύδραι, wie die Bibliothek hat.

[4] καὶ λέγεται καὶ κατὰ μαζὸν τότε τρωθῆναι kann auf sie oder auch auf Herakles gehen; das erste ist wahrscheinlicher. Deianeira, die den Kampf im Namen hat, ist nach der apollod. Bibliothek I, 64 schon als Jungfrau kriegerisch. Es macht das einen altertümlichen Eindruck, aber bei Hesiod in dem Berliner Bruchstück der ätolischen Genealogie hat es nicht gestanden.

[5] Im Scholion steht μετῴκησαν περὶ Τραχῖνα usw. Mit Recht hat man erkannt, daß der Ort, wo sie wohnten, an die Stelle dessen getreten ist, wohin sie verpflanzt wurden. Aber verkehrt ist es, das Versehen auf mechanischen Ausfall zurückzuführen; jede Ergänzung zerstört den Satzbau.

steht, daß bei Pherekydes der Vater des Hylas Theiomenes hieß und die Dryoper ein Räubervolk in der Nachbarschaft von Malis waren; in einem anderen Buche hätte er sie an den Spercheios gesetzt, was keinen Unterschied macht oder wenigstens zu machen braucht; es wird aber wohl an der ersten Stelle Doris gemeint sein. Danach erschließt man für Pherekydes sowohl den Tod des Theiodamas (auf die Variante im Namen kommt nichts an) als auch die Verpflanzung der Dryoper: wo die jetzt saßen, wußte zu seiner Zeit jedermann. Am Schlusse sagt das Scholion noch τούτων δὲ καὶ ὁ Καλλίμαχος μέμνηται, was man mindestens zunächst auf die Verpflanzung bezieht. Die Erzählung macht den Eindruck, aus einer der späteren aufgeputzten Darstellungen der Heroensage zu stammen[1]. Nun hat Kallimachos von der Verpflanzung der Dryoper wirklich gehandelt. Im Etymologikum steht aus Kallimachosscholien (vermutlich des Theon oder Epaphroditos, über Oros hineingelangt) Ἀσινεῖς· οἱ Δρύοπες οἱ τὴν Ἀσίνην οἰκοῦντες· Καλλίμαχος »δειλαίοις Ἀσινεῦσιν ἐπιτριπτῆρες ἁρπάσας«[2] εἴρηται γάρ, folgt, daß die Dryoper aus der Gegend von Delphi durch Herakles in den Peleponnes verpflanzt wären, um sie zu zivilisieren, wovon sie den Namen »die unschädlichen« bekommen hätten; also dieselbe Geschichte wie in dem Apolloniosscholion und schon bei Pherekydes, aber doch darin unterschieden, daß die Dryoper nicht an der Öta, sondern am Parnaß wohnen. Diejenigen, welche die Leute von Asine ἐπέτριψαν, könnten eigentlich nicht die Dryoper sein, und dann brauchte Kallimachos von der Verpflanzung nicht geredet zu haben; der Scholiast hätte nur die Etymologie von Ἀσινεῖς ohne Not angebracht. Allein dagegen spricht die Berufung auf Kallimachos in dem Scholion; also werden die ἐπιτριπτῆρες die bösen Zuwanderer, Dryoper, sein, die armen Leute von Asine die älteren Bewohner des Ortes. Weiter liegen keine Zeugnisse vor[3]. Nur noch eine Stelle des Apollonios muß verhört werden, weil bei diesem Schüler des Kallimachos leicht auf Abhängigkeit von seinem

[1] In der apollodorischen Bibliothek II, 153 ist die Geschichte von Theiodamas kurz erzählt, ohne Hylas natürlich, da Herakles in dieser ganzen wohldisponierten Biographie am Argonautenzuge nicht teilnimmt. Der Krieg mit den Dryopern ist gleich darauf erzählt, 155, aber ihr König heißt Laogoras (eigentlich Λαγόρας, ὃς ἐν λαῷ ἀγορεύει, ὡς Μολπαγόρας πυλαγόρας), und sie freveln gegen Delphi. Apollodor bei Strab. 373 läßt die Dryoper entweder vom Spercheios stammen, nach Aristoteles und der einen Angabe des Pherekydes, oder aus der Doris des Parnaß. Nach Aristoteles ist aber Dryops Sohn des Arkas, d. h. im Hintergrunde liegt eine ganz andere Anschauung, die Arkadien zum Ursitz der Griechenstämme machte; diese zu verfolgen, ist überhaupt wichtig. Hier spürt man ihr Alter.

[2] Fr. 151. Man ändert ἐπὶ τριπτῆρας ἀράξας, roh und sinnlos. τριπτήρ ist nur die Mörserkeule; ἐπιτριπτήρ zu bilden, steht dem Kallimachos gut an; aber das letzte Wort ist hoffnungslos verdorben.

[3] Fr. 186 εἰς Ἀσίνην Ἁλυκόν τε καὶ ἂμ πόλιν Ἑρμιονήων, aus Stephanus Ἁλυκόν, steht für uns außer jeder kenntlichen Verbindung.

Lehrer geschlossen werden kann. Da hat Herakles den kleinen Hylas, den Sohn des Dryopers Theiodamas, zu sich genommen, als er seinen Vater erschlug. Von dem hatte er gefordert, er sollte ihm einen der Ochsen abgeben, mit denen er pflügte, um so den Anlaß zu haben, die wilden Dryoper zu bekriegen ἀλλὰ τὰ μὲν τηλοῦ κεν ἀποπλάγξειεν ἀοιδῆς, fügt Apollonios abbrechend hinzu[1]. Das ist die Geschichte der Mythographen: mit Kallimachos berührt sich nichts, das charakteristisch wäre. Daß Herakles den Stier in heimtückischer Absicht fordert, ist üble Motivierung des Apollonios; wie anders hat Kallimachos die Bitte nur auf die nötigste Nahrung für das hungrige Kind beschränkt, während natürlich ursprünglich der hungrige Heros für sich gleich den Ochsen forderte.

Denn die ursprünglichen Motive erkennt man sicher. Herakles wird als βουθοίνας βουφάγος mehrfach verehrt; das wird aus dem Opfer eines ganzen Stieres an den Heros erwachsen sein, und man erzählte dann verschiedene Geschichten als αἴτια[2]. So in Lindos, wo die Flüche während des Opfers hinzukamen, die an den Zoten bei anderen Festen ihre Analogie haben. Aber hier ging es nicht weiter, als »er ist einmal hier durchgekommen und hat einem Bauern einen Ochsen weggenommen und sich gebraten«. In der Gegend von Trachis ist der Pflüger benannt, Theiodamas oder Theiomenes und ist ein böser Dryoper, mit dem Herakles kämpfen muß; da werden Deianeira und Hyllos hineingezogen. Stammesfehden bilden den Hintergrund. Als später die megarischen Kolonisten an der mysischen Propontisküste die Hylasgeschichte ausbildeten, ein Aition für die rituelle Hylasklage der Eingeborenen, hat ein Dichter den Hylas zum ἐρώμενος des Herakles ge-

[1] I 1213—20. Daß das Feld, auf dem Theiodamas pflügt, bei beiden Dichtern νειόν heißt, besagt nichts; ähnliche Wendungen begegnen im Artemishymnus 175, aber nicht an der Stelle, wo Kallimachos auf seine Aitia zurückblickt, 161. Auf das Wort ἀροτριᾶν, das hier steht und in dem Scholion des Nonnos, ist auch nichts zu geben. Bei Apollonios 1216 ist eine Korruptel, Theiodamas pflügt ἀνίῃ βεβολημένος. Das hat Merkel an der für diesen Stil falschen Kürze des ι in ἀνίη erkannt. Theiodamas hat noch gar keinen Kummer. Aber eine ἄτη hat ihn auch schwerlich getroffen; er war beim Pflügen, als Herakles kam: dann erst traf ihn das Unheil. Ob es πενίῃ war? Dem Alexandriner könnte ich zutrauen, daß ihm ein Mann, der den Pflug selbst führt, ein armer Mann zu sein schien, dem seinen Zugstier abzunehmen also eine ganz unerhörte Zumutung war. Herakles macht sie ihm bei Apollonios ja auch nur, weil er Händel sucht.

[2] Das hübscheste ist das Wettfressen mit Lepreos bei Athenäus, der den Katalog der ἀδηφάγοι im zehnten Buche mit Herakles eröffnet. Wenn neben dem Ἡρακλῆς βουφάγος ein ἥρως βουφάγος steht, so ist es allzu bequem, mit einem Sondergotte zu operieren. Möglich ist auch, daß spätere Zeit es unschicklich fand, Herakles so zu nennen, und das ist sicher in Pheneos geschehen, Pausanias VIII 14, 6. Ebensowohl aber, daß es »der Heros« war, dem man einen ganzen Stier opferte. Denn der Kult des Heros, dem erst Beinamen oder Eigennamen zuwachsen, ist keineswegs bloß thrakisch.

macht und ihm den Theiodamas aus freier Willkür zum Vater gegeben[1]. Wieder eine andere Ätiologie ist die Verpflanzung der Dryoper nach Asine und Hermione; da saßen eben Dryoper, während die Heraklessage sie als Feinde der Trachinier einführte und um die Öta am Spercheios oder in der Doris des Parnassos ansiedelte. Um diesen Wechsel zu erklären, ist die Vertreibung durch Herakles ersonnen; wenn sie vom Parnaß stammen, motiviert sie ein Frevel gegen Delphi; wenn von der Öta, die Theiodamasgeschichte. Übrigens wird der Name Theiodamas für einen König, nicht einen beliebigen Bauern ersonnen sein.

Schwieriger ist über Kallimachos ins reine zu kommen. Er nennt den Theiodamas und läßt ihn fluchen; die Flüche stammen aus dem Ritual des lindischen Opfers; die Begleitung des Hyllos, die Wanderung in einer Gegend, wo sich nirgends etwas zu essen auftreiben läßt, ist nur an der Öta denkbar. Nach Rhodos kommt er zu Schiffe und wird das Kind nicht mit sich führen. Folglich hat Kallimachos die Züge aus zwei parallelen Geschichten gemischt, wie sich für einen Dichter schickt[2], aber keineswegs den Theiodamas zu einem Lindier gemacht; das hat erst Philostratos getan, durch ein sehr verzeihliches Versehen, das ihn sogar dazu verführt hat, Rhodos für ein unwirtliches Land zu erklären, weil der Maler die Gegend so dargestellt hatte. Auf eine Benutzung des Kallimachos führt nichts. Demnach schließe ich, daß die Geschichte in den verlorenen wenigen Versen vor der Erwähnung von Lindos kurz zu Ende geführt war und das lindische Opfer von Auswanderern gestiftet; Tlepolemos, der Sohn des Herakles, führt ja die Rhodier vor Ilios. Eine Konsequenz ist, daß Kallimachos hier weder den Hylas erwähnt hat, wozu überhaupt kein Anhalt ist, noch die Verpflanzung der Dryoper, die an irgendeinem anderen

---

[1] Daß der Fabulist Antikleides den Hyllos an Stelle des Hylas nannte, ist nur eine seiner vielen Willkürlichkeiten. Aus dem Scholion Apollon. I, 1207 schließt man meist, daß Kallimachos von Hylas erzählt hätte. Aber es lautet ἀπρεπὲς νεανίαν ὑδρίαν βαστάζειν· Ὅμηρος δὲ πρεπόντως παρθένον (η 20)· πιθανώτερον δὲ ἦν ἀμφορέα εἰπεῖν ὡς Καλλίμαχος. Offenbar kann der Träger des ἀμφορεύς jeder beliebige Knabe gewesen sein.

[2] Immer wieder wird auf das Bruchstück 442 ἀμάρτυρον οὐδὲν ἀείδω die Vorstellung gegründet, Kallimachos hätte nichts getan als nacherzählt, gleich als ob notwendig in jenen Worten ein allgemeines Prinzip ausgesprochen wäre, die doch ebensogut auf einen einzelnen Fall gehen können, entsprechend dem μῦθος δ' οὐκ ἐμός ἀλλ' ἑτέρων im Pallashymnos und der Berufung auf Xenomedes für die κτίσεις der Städte von Keos, die er in absichtlichem Gegensatze zu der aristotelischen Vulgata aus dem verschollenen Buche hervorholt. Die Behandlung gehört ja doch überall dem Dichter, und schon da ist die Grenze kaum zu ziehen, wo die »bezeugte Geschichte« aufhört. Aristophanes läßt den Euripides sagen, daß er im Hippolytos einen ὢν λόγος dramatisiert hätte: dem Kallimachos sollte man dieselbe Freiheit auch zutrauen, und dort ist die Hauptsache neue Erfindung.

Orte vorkam[1], aber mit ihren Freveln gegen Delphi mindestens ebensogut zusammengehangen haben kann wie mit der Theiodamasgeschichte.

Das neue Bruchstück lehrt uns, daß eine lange Partie der Aitia als Anrede an Herakles stilisiert war und mit dem Scheidegruß χαῖρε βαρυσκίπων ihren Abschluß erhielt. In der Geschichte von dem Esel läßt der Dichter etwas weg, weil der Leser es sich schon selbst sagen würde. Hinter der Kydippe sehen wir, wenn auch die Worte unsicher bleiben, wie er eine Geschichte abbricht und zu einer andern überzugehen erklärt. Das ergibt immer schon einige Anhaltspunkte für den Bau der Aitia und macht einzelne andere Bruchstücke verständlich.

113 ἄρχμενος ὡς ἥρωες ἀπ' Αἰήταο Κυταίου
αὖτις ἐς ἀρχαίην ἔπλεον Αἱμονίην.

Das wird man nun auf den Dichter selbst beziehen, der den Anfang seiner Behandlung der Argonautensage mit ihrer Heimfahrt machte[2].

126 δέσποιναι Λιβύης ἡρωίδες αἳ Νασαμώνων
αὖλιν καὶ δολιχὰς θῖνας ἐπιβλέπετε
μητέρα μοι ζώουσαν ὀφέλλετε.

Das ist ein Gebet für Kyrene an die eingeborenen, nasamonischen Herrinnen eines Ortes, den der Dichter aus der Heimat kannte; man denkt es sich nun als Abschluß einer Erzählung gesprochen[3].

503 ἵλαθί μοι Φαλαρῖτι Πυλαιμάχε.
121 ἔλλατε νῦν, ἐλέγοισι δ' ἐνιψήσασθε λιπώσας
χεῖρας . . . . . ἵνα μοι πουλὺ μένωσιν ἔτος[4].

Das letzte hat freilich nicht notwendig eine Geschichte eingeführt, die von den Chariten handelte, da der Wunsch, anmutig zu dichten, überall am Platze war[5]; allein die persönliche Stellung der Dichtung

---

[1] Sicher ist nicht einmal, daß es in den Aitia geschah, aber wahrscheinlich, weil ihre Scholien im Etymologikum häufig zugrunde liegen.

[2] Die zahlreichen Fragmente, die sich auf diese Geschichte beziehen, sind in dem vorigen Aufsatz S. 544 zusammengestellt. Mit der Möglichkeit, daß der Dichter den Stoff auch anderswo einmal berühren konnte, muß man freilich immer rechnen.

[3] Man pflegt αὖλιν in αὔλια zu ändern, was nötig ist, wenn die Göttinnen allgemein als Herrinnen von Kyrene bezeichnet sein sollen. Aber der Dichter konnte ein bestimmtes Heiligtum im Auge haben, das am Strande neben einem Dorfe der Libyer lag, deren Hütten er so bezeichnete: das böotische Aulis ist nicht anders benannt. Kallimachos schildert eben aus eigener Anschauung. Daß Apollonios IV 1322 von ihm abhängt, liegt auf der Hand. Wenn die Herrinnen bei derselben Situation erwähnt waren, gehört das Fragment in die Argonautengeschichte; das ist freilich ganz ungewiß.

[4] Die Lücke ist im Vaticanus der Pindarscholien Nem. 4, 10 bezeichnet. Man sollte sie nicht zuversichtlich mit ἐμοῖς füllen, da μοι sofort folgt.

[5] Die Chariten kamen in einer Geschichte vor, adesp. 76, das sicher von Kallimachos ist (Rohde, Roman[2] 156).

bezeugt es deutlich, und sie ist das Wichtige. Die alte Elegie ist Anrede, und Anrede ist seit den Erga die didaktische Epik. Davon ist in den Aitia keine Spur; um so persönlicher tritt überall der Dichter als Erzähler selbst hervor. Man mag sagen, daß sein Adressat das Publikum, der Leser ist. Wir haben kein Recht, subjektive Äußerungen auf eine Vorrede des Ganzen oder auch der einzelnen Bücher zu beziehen, außer daß wir aus dem Anfang den Traum kennen, der dem Dichter die Erscheinung der Musen auf dem Helikon brachte. Das stellte ihn dem Hesiodos an die Seite, an den der Abschluß des ganzen Werkes wieder erinnert. Damit ist eine Einheit hergestellt, und wenn es auch möglich bleibt, daß die Bücher nicht auf einmal publiziert sind, so war das Werk doch nicht eher fertig, liegt also am nächsten, daß der Dichter sich einen Plan des Ganzen entworfen hatte, ehe er begann. Ein Werk in vier Büchern war ein μέγα βιβλίον, nicht gar so viel kürzer als die Argonautika; mit dieser Tatsache hat man viel zu wenig gerechnet. Wir mögen immer von der Kydippe oder dem Theiodamas wie von einem einzelnen Teile reden, dürfen aber niemals an eine Sammlung von Elegien denken, wie es wohl nach der Analogie der properzischen Aitia geschehen ist, denn der Dichter verband seine Geschichten, und wir dürfen ihm zutrauen, daß er mit ihrer Verbindung künstlerische Zwecke verfolgte. Er hatte keinen festen Rahmen wie Ovid in den Fasten oder auch in den Metamorphosen, obgleich deren geistreiche Übergänge von Kallimachos angeregt sein werden. Nur trat bei diesem eben der Dichter selbst überall ganz persönlich hervor. In seinem Lehrgedicht tut das Ovid auch; aber weil es eine τέχνη ist, hat er sich eine sachliche Disposition gemacht. So hat Kallimachos doch ein Werk ganz eigner Art geschaffen. Ebenso wie bei der Liebeselegie tut man auch hier sowohl den Griechen wie den Römern unrecht, wenn man ihre Eigenart verkennt. Natürlich müßte man die Lyde und deren Nachahmungen wie die von der kunstlosen Anreihung der Eöen abhängige Leontion vergleichen können; die Weise des Antimachos hat Kallimachos bewußt abgelehnt. Sklavische Nachahmung hat er genug gefunden, bei Euphorion, der zu ihm ebenso steht wie zu Lykophron[1], und bei Parthenios[2], ebenbürtige

---

[1] Eben als Skutsch (wie bei der Ciris und Vergil) und Beloch dies von Knaack und andern festgestellte Verhältnis umzukehren wagten, kam das längere Bruchstück des Euphorion ans Licht, in dem sich die Imitatorenmanier des Euphorion gar nicht leugnen läßt. Und trotzdem fand der Ansatz des Lykophron um hundert Jahre zu spät Beifall; das hat P. Corssen hoffentlich abgetan. Wichtig ist, daß auch Nikander den Kallimachos wie einen Klassiker nachahmt.

[2] Das bezeichnendste Bruckstück des Parthenios (22 Martini S. 277 Meineke) enthält εἶχεν Ἀνακτορίην, entlehnt aus Kallim. Fr. 218. V. 2 καθαρῷ δ' ἐπεμαίνετο Κύδνῳ hat Knaack verglichen mit einem Vers des Gregor von Nazianz *in mulieres* 157

Nachfolge bei den Römern. Aber gerade weil wir jetzt ein wenig von ihm selbst kennen lernen, muß uns zum Bewußtsein kommen, daß wir es mit einem Werke zu tun haben, das zwar vorwärts und auch rückwärts überaus viel Licht verbreiten würde, weil es selbst Älteres reflektiert und von der späteren Dichtung noch viel häufiger reflektiert wird, das sich aber aus den Reflexen nicht herstellen läßt. Und aus den Bruchstücken eben nur stückweise; die Willkür des Dichters, dessen Vorzug ist, daß er über Humor und Ironie verfügt, macht ja einen Hauptreiz seiner Poesie aus. Wer die Hymnen ohne Sinn für diese Untertöne liest, für den sind sie leerer Schall. Wie soll man eine Rekonstruktion wagen, wenn der Leser gebeten werden kann, αὐτὸς ἐπιφράσσαιτο τὰ μοι δ' ἐπὶ μῆκος ἀοιδῆι, wenn der Erzähler sagen kann οὐ γὰρ ἔπη θήσει πάντα γ' ἐμὴ κίβισις (177), d. h. ich habe die ganze Geschichte in meinem Sack, aber ich setze nicht alles her[1]. Die oben zitierte Stelle des Apollonios 1,1220 zeigt, wie er auch in dieser Hinsicht von seinem Lehrer abhängt, sowenig sich diese wie andere Einmischungen seiner Person für das homerisierende Epos eignen. Und wenn man das Zitat über Ikaros, das sich hier, das über die Schnelligkeit des Iphikles, das sich in der Kydippe gefunden hat, überlegt, wie aussichtslos wird es, aus einer zufällig erhaltenen Erwähnung auf Behandlung der Geschichte in den Aitia zu schließen. Und für den Aufbau des ganzen stehen uns nur zu wenig Zitate mit Buchzahl zur Verfügung. Soviel ich sehe, kennen wir aus dem ersten Buche nur die Geschichte des Linos und Koroibos, obwohl nach aller Analogie besonders viele Fragmente aus diesem Buche stammen werden[2]. Im zweiten Buche standen die Argonauten und Phalaris, im dritten Molorchos und Kydippe, im vierten wahrscheinlich ein Gedicht von der Überwindung der Delphyne durch Apollon[3]. Dem Theiodamas kann ich seinen Platz

---

ποταμοῖο καλοῖς ἐπεμήνατο ῥείθροις, wo aber Kallimachos Hymn. 6, 30 θεὰ δ' ἐπεμαίνετο χώρωι als Vorlage genügt. Ὑδατόεντα γάμον weist Martini bei Nonnos nach. Aber das beweist nicht Benutzung des Parthenios durch ihn, sondern lehrt uns, den künstlichen Ausdruck auf Kallimachos zurückführen. Die ganze Stilisierung ist kallimacheisch.

[1] Die Lyrik bricht in dieser Weise ab; Pindar häufig mit immer neuen Wendungen, auch wohl Euripides, Troer. 876. Aber der Ton bei Kallimachos ist ganz anders; er sucht den Kontrast zu dem feierlichen Stile. Ein andermal sagt er Μουσέων δ' οὐ μάλα φειδὸς ἐγώ Fr. 460, wo übrigens auch eine Adversativpartikel folgen konnte.

[2] Es gibt allerdings eine Herstellung des ersten Buches, die nicht weniger als 45 Fragmente darin unterbringt; aber das sind windige Einfälle, nur angetan, die Arbeit der Philologen zu diskreditieren. Dittrich, Call. Aet. lib. I, Fleckeisens Jahrb. Suppl. 23. Die grundgelehrten Hypothesen von O. Schneider haben niemals einen Gläubigen gefunden.

[3] Dies wird durch Fr. 32 wahrscheinlich. Vgl. Pasquali, quaest. Callim. 74. Pasquali glaubt die Beziehung des Μῶμος im Apollonhymnus auf Apollonios damit

nicht zuweisen. Jeder Schritt vorwärts in dieser Richtung ist von Wichtigkeit, und es wird sich durch umsichtige Kombination gewiß eines oder das andere tun lassen. Aber wirklich helfen kann nur Vermehrung des Materials. Da hat Reitzenstein durch das Etymologicum genuinum beträchtlich gefördert; mehr noch haben die Papyri geliefert, und daher ist der Hauptzweck dieser in so mancher Hinsicht unbefriedigenden Mitteilung, womöglich zur Entdeckung von anderen Fetzen aus dem großen Buche von Oxyrynchos zu führen.

---

zu widerlegen, daß dieser II 705 ff. den Hymnus nachahmte. Der Gedanke muß jedem Leser kommen; wenn ich und andere ihm gleichwohl nicht gefolgt sind, so war die Vermutung vielleicht nicht unangebracht, daß wir unsere Gründe gehabt hätten. Und wer selbst den Nachweis liefert, daß die Geschichte von Delphyne auch in den Aitia stand, der hatte sich selbst die Antwort gegeben. Wir kennen ja z. B. die ähnliche Behandlung der Demetersage in den Aitia und im sechsten Hymnus und dann wieder einen Nachklang in der Arsinoe. Jetzt steht fest, daß Apollonios Lehrer der Kinder des Philadelphos war: als Kallimachos den Apollonhymnus zur Verteidigung der Rechte seines Königs auf Kyrene dichtete (das fordert die Interpretation), war Apollonios in Rhodos und hatte die Argonautika längst gedichtet.

Die Obeliskenübersetzung des Hermapion.

Von Adolf Erman.

(Vorgetragen am 30. Oktober 1913 [s. Jahrg. 1913 S. 917].)

Einleitung.

Was ich hier heut behandele, ist das älteste Besitztum und Hilfsmittel der Ägyptologie, ein Dokument, das berufen war, die Grundlage für die Entzifferung der Hieroglyphen abzugeben. Aber allerlei Mißgeschick, das ihm widerfuhr, hat es nicht dazu kommen lassen; es hat bei der Entzifferung nur eine Nebenrolle gespielt, und während jedermann den Stein von Rosette kennt, wissen nur wenige, daß schon 266 Jahre vor dessen Auffindung die griechische Übersetzung einer langen hieroglyphischen Inschrift ans Licht getreten ist, die eigentlich die gleichen Dienste hätten leisten können wie dieser.

Alles ist seltsam an den Schicksalen dieser Übersetzung. Ein Mann namens Hermapion[1], von dem wir vielleicht vermuten dürfen. daß er ein Ägypter griechischer Zeit war[2], hat über irgendetwas ein griechisches »Buch« geschrieben. In diesem Buche hat er auch die Übersetzung eines Obelisken mitgeteilt, der in Rom aufgestellt war, obgleich doch die Wiedergabe der königlichen Ehrentitel, die auf ihm standen, für griechische Leser nicht eben interessant gewesen sein kann. Sein Buch ist verloren gegangen, aber die Inschrift selbst erhält sich uns, und zwar da, wo man sie am wenigsten sucht: Ammianus Marcellinus erzählt (XVII, 4), daß Constantius einen Obelisken nach Rom bringen ließ und kann dabei der Versuchung nicht widerstehen, über

[1] Bei Tertullian, de spectaculis 8, ist ein »Hermateles« zitiert, der von den Obelisken berichtet, daß sie der Sonne geweiht seien. Mit dieser unbekannten Größe hat man den ebenso unbekannten Hermapion identifizieren wollen.

[2] Der Name Hermapion gilt als durch CIG. III 6397. für Ägypten belegt, doch beruht er dort, worauf mich Hr. Dr. Plaumann aufmerksam macht, nur auf einer Verbesserung des überlieferten ЄΡΜΑΔΙωΝ. — Hr. Prof. Schubart weist mir auf einer Inschrift des 5. Jahrhunderts in Halikarnaß eine Frau ЄΡΜΑΠΙϹ nach, die neben mutmaßlichen Ägyptern steht (Dittenberger, Sylloge I, 11). — An eine Zusammensetzung von Hermes und Apis wird man nicht denken dürfen.

Obelisken im allgemeinen allerlei zu sagen; so schreibt er denn auch die Übersetzung aus jenem Hermapion ab und rettet sie damit für uns. Und wiederum geht sie fast verloren. Denn von den beiden alten Handschriften der Klöster Fulda und Hersfeld, die uns den Ammian erhalten haben, enthält die erstere (jetzt im Vatikan) nur anderthalb Zeilen des unverständlichen griechischen Textes; dahinter ist ein großer freier Raum gelassen, in dem der Schreiber, wenn er einmal nichts besseres zu tun haben würde, die übrigen unverständlichen Zeilen nachmalen wollte. Er berechnete dabei die ganze griechische Stelle auf 2486 Buchstaben, von denen er nur 97 geschrieben hat[1].

Die andere Handschrift, der Hersfeldensis, ließ das Grichische nicht aus, aber auch ihrem Schreiber wurde, als er 1574 unverstandene Buchstaben gemalt hatte, die Sache zu arg und er brach diese Schreiberei mit einem »et reliqua« ab. Aber auch dieses Bruchstück sollte nicht auf uns kommen, denn im Jahre 1584 wird der Kodex zerschnitten und zu Einbänden von »Baw-Registern« und »Dinst-Registern« verwendet. Zum Glück hat aber Sig. Gelenius 1533 die Hersfelder Handschrift für die Frobensche Ausgabe römischer Geschichtsschreiber benutzt und so liegt uns das Hermapionzitat denn wenigstens in der Gestalt vor, die diese Gelehrten des 16. Jahrhunderts ihm gegeben haben; daß sie dabei nicht glimpflich mit ihm verfahren sind, werden wir unten (S. 250) sehen.

Aber auch nach dieser Rettung waren die Leiden unseres armen Textes nicht abgeschlossen. Denn nun begegnete ihm das, was so manchem Reste des Altertums begegnet ist, der zu den Anschauungen bestimmter Gelehrter nicht passen wollte: er wurde für falsch erklärt. Athanasius Kircher, der in den Hieroglyphen Dokumente einer mystischen Philosophie finden wollte, hatte erklärt, daß gerade auf den Obelisken nichts anderes stehen könne als »res ideales intellectualesque et difficiles captu«[2]. Dazu paßte nun Hermapions Übersetzung, in der ein König verherrlicht wird, gar nicht und so erklärte er sie schlechtweg für Unsinn; Hermapion habe gar nichts verstanden, wie das ein jeder sehen müsse, der Kirchers eigene Übersetzung mit der

[1] Diese Zahlen ergeben sich aus Eyssenhardts Angaben in seiner Editio major des Ammian. Der Schreiber hat offenbar die griechische Stelle seiner Vorlage genau ausgezählt und auf 40 Zeilen zu je 62 Buchstaben und 6 Buchstaben darüber berechnet. — Daraus folgt übrigens wieder, daß der Fuldensis nicht aus dem Hersfeldensis abgeschrieben sein kann, dessen griechisches Stück nur 1574 Buchstaben enthielt. Und weiter folgt daraus, daß die Verstümmelung des Hermapionzitates nicht schon von Ammian herrührt, noch die Vorlage jener beiden Handschriften hat es vollständig enthalten; ich komme darauf noch zurück (S. 252 Anm. 3).

[2] Kircher, Obeliscus Pamphilius (Rom 1650), S. 152.

jenes Mannes vergleiche[1]. »Hermapion grammaticus quem cymbalum mundi vocant« — er wirft ihn also mit Apion zusammen — habe Augustus mit dieser angeblichen Übersetzung des von ihm wiedererrichteten Obelisken betrogen[2].

Nun hat es zwar nicht an Gelehrten gefehlt, die sich gegen Kirchers Urteil ausgesprochen haben, aber gewirkt hat diese freche Anzweiflung doch und noch Villoison stimmt für die Unechtheit, wenn auch aus anderen Gründen als Kircher: »il est aisé de voir que l'imposteur maladroit qui a voulu faire croire qu'il entendoit et traduisoit les hiéroglyphes d'un obélisque, Hermapion, n'a fait qu'adapter à un ancien roi et copier le style emphatique, les protocoles, les formules ordinaires, la langue des inscriptions bien postérieures consacrées à la gloire des Ptolémées: c'est comme si l'on donnait à Pharamond les titres de Louis XIV. Cette prétendue traduction est faite à plaisir«[3].

Dagegen hat Zoëgas gesunder Sinn auch hierin richtig geurteilt, und es ist eine Freude zu sehen, wie sicher ihn sein Stilgefühl dabei leitet: universus tamen interpretationis textus ita consentaneus est ei,

---

[1] Hanc interpretationem omnino falsam, supposititiam et ne vestigium quidem earum rerum, quae in hoc obelisco continentur, continere, solus is nosse poterit, qui hanc nostram interpretationem cum Hermapionis expositione ἀκριβεστέρως contulerit (Kircher, Oedipus Aegyptiacus III, S. 250).

[2] Wer Kircher näher kennt, wird diese seine Schilderung des Hermapion nicht ohne Behagen lesen, denn es ist wirklich als habe er sich darin selbst geschildert. Kircher selbst war ja ein cymbalum mundi, wenn es je eines gab und er selbst machte für seine hohen Gönner Übersetzungen von Obelisken, die »omnino falsae« und »supposititiae« waren. — Es wäre eine interessante Aufgabe, Kirchers Wirken und Treiben einmal darzustellen; Quatremère (Recherches sur la langue et la litérature de l'Égypte, S. 50—55) hat für seine koptischen Studien, die ja noch sein Bestes sind, vorgearbeitet. Wieviel man auch der Zeit und den Verhältnissen auf die Rechnung schreiben mag, man behält bei Kircher doch immer den Eindruck einer bedenklichen Persönlichkeit; er ist vielwissend, enthusiastisch, rührig, aber er ist auch arrogant, leichtfertig, närrisch und vermutlich auch noch Schlimmeres. Hat er doch in das von ihm abgedruckte koptisch-arabische Glossar (das einzige seiner ägyptologischen Bücher, das Nutzen gestiftet hat) auf S. 165 eine Glosse ⲡⲓⲙⲉⲛⲇⲉⲥ أخدى| eingeschmuggelt, die zur Erklärung des Namens Mendes dienen sollte, und von der die Handschrift, wie Quatremère (l. l. S. 53) feststellt, nichts weiß. Und ebenda S. 511 druckt er den angeblichen Katalog einer koptischen Bibliothek ab, die Bücher enthalten soll wie ϧⲉⲛⲟⲣⲉⲥⲕⲓⲁ ⲛ̄ⲧⲉⲛⲓⲡⲁⲗⲉⲟⲥ ⲉⲅⲩⲡⲧⲓⲟⲥ »De Religione veterum Aegyptiorum«, ϧⲉⲛⲛⲓⲇⲉⲙⲟⲛⲟⲥ ⲛⲉⲙⲛⲟⲩⲧⲁⲅⲙⲁ ⲉ̀ⲃⲟⲗ ⲡⲓⲕⲟⲥⲙⲟⲥ »De Daemonibus eorumque officio et ordine in mundo«. Solche geheime Weisheit der Ägypter hatte er versprochen im Koptischen zu finden; hat er diese Bücherliste daraufhin gefälscht? oder hat ihn ein anderer damit betrogen?

[3] Villoison, Seconde lettre à M. Akerblad S. 10 (S. 183 des ursprünglichen Drucks in Millins Magazin Encyclopédique, IX[e] année, T. 2). — Bei Quatremère, Recherches sur la langue de l'Égypte S. 257, ist die andere Literatur pro et contra verzeichnet; charakteristisch ist dabei, daß auch Quatremère selbst noch keineswegs unbedingt für die Echtheit eintritt.

quem credere possumus veterum Aegyptiorum cogitandi loquendique modum, ut certe Kircherum nimia arrogantia usum putem, dum totam ut spuriam rejicit[1].

Und ebenso wie Zoëga urteilte Champollion: »quant à moi, je suis convaincu de l'exactitude de cette traduction, qui, je crois, nous reproduit, aussi littéralement que possible, les idées exprimées dans un ancien texte hiéroglyphique«[2]. So schrieb er 1824, also in den Anfängen seiner Entzifferung, und benutzte denn auch dabei den Hermapion neben der Rosettana[3].

Aus der Zeit nach Champollion ist vor allem einer Arbeit zu gedenken; kein Geringerer als Karl Ottfried Müller[4] hat sich unseres Textes angenommen, den er »eins der schätzbarsten Fragmente des ganzen ägyptischen Altertums« nennt. Das Interessante an seiner Behandlung ist die Methode. Er hat die völlig richtige Vorstellung, daß die Inschriften der Obelisken eine »symmetrische Einrichtung« haben, und er sucht daraufhin nun zu ergänzen und zu ordnen.

Was späterhin noch gelegentlich über unsere Übersetzung bemerkt ist, hat — soweit es mir bekannt ist — nicht viel zu bedeuten und wiederholt nur immer wieder das von Champollion schon erkannte.

Vollends bei der heutigen Generation der Ägyptologen ist Hermapion über all dem anderen, was uns Ägypten gebracht hat, ganz zurückgetreten, und wer einmal einen Blick auf ihn wirft, läßt sich gewiß durch das wüste Aussehen dieses Textes von einer eingehenden Beschäftigung mit ihm abschrecken. Und doch können wir bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse ihm ganz anders gerecht werden als die Ägyptologen der Entzifferungszeit, nur müssen wir methodisch vorgehen und erst Ordnung in den Wirrwar des Überlieferten bringen.

Unsere Aufgabe wäre nun leicht, wenn wir mit Sicherheit den Obelisken bezeichnen könnten, den Hermapion übersetzt. Ammian gibt an, es sei »obeliscus vetus«, der »in circo« zu sehen sei und da er vorher erzählt hat, daß Augustus zwei Obelisken aus Heliopolis nach Rom gebracht habe, von denen der eine »in circo maximo« stehe[5], so sollte man denken, daß er diesen meine; »vetus« wird er

[1] Zoëga, de Obeliscis S. 595.

[2] Champollion, Précis S. 133.

[3] Im Précis kennt er schon die hieroglyphischen Äquivalente von ὃν Ἥλιος φιλεῖ (S. 146), Ἡλίου παῖς (S. 165), Ἀπόλλων κρατερός (S. 152, 153), θεογέννητος (S. 135), ὃν Ἥλιος προέκρινεν (S. 157). — Vgl. auch die richtigen Bemerkungen über die Gestalt des vorliegenden Textes S. 147 ff.

[4] K. O. Müller, Handbuch der Archäologie der Kunst³, S. 270 ff.

[5] Der andere, den Augustus auf dem Campus Martius aufstellte, wird der dort gefundene »Campensis« Psammetichs II. sein, der in der Tat aus Heliopolis stammt.

ihn nennen im Gegensatz zu dem an gleicher Stelle von Constantius aufgerichteten Obelisken[1].

Nun sind im Circus maximus zwei Obelisken gefunden, von denen der Lateranensis nicht in Betracht kommt, er stammt nach seinen Inschriften aus Theben und ist offenbar der von Constantius errichtete thebanische Obelisk. Dagegen stammt der Flaminius, der seit 1589 auf der Piazza del Popolo steht, nach den Aufschriften wirklich so wie Hermapions Obelisk aus Heliopolis und von Ramses II. Dieser Flaminius würde also Hermapions Vorlage sein — vorausgesetzt, daß Ammians Angabe auch richtig ist, was man nach Lage der Sache zunächst weder wird bejahen noch verneinen wollen[2].

Mag dem nun sein, wie ihm will, das eine ist doch klar, daß Hermapions Obelisk, auch wenn er nicht der Flaminius selbst gewesen sein sollte, doch diesem sehr nahe stehen muß. Denn beide stammen aus demselben Tempel und von demselben Könige und beide berühren sich, wie schon von Champollion erkannt ist, verschiedentlich in ihrem Wortlaute; selbst die ungewöhnliche Wendung »der den Tempel des Phönix mit seinem Guten gefüllt hat« kehrt in beiden wieder. Wir dürfen uns also, bis wir bei genauerer Analyse ein definitives Urteil gewinnen werden, einstweilen den Obelisken des Hermapion als einen nahen Verwandten, etwa als das Seitenstück zu dem Flaminius denken und diesen somit zu seiner Erklärung benutzen[3].

Der überlieferte Text.

Der **Fuldensis** gibt den Anfang so:

: ΔΡΧΗΝ ΔΤΙΟ ΤΟΥ ΝΟΤΙΟΥ ΔΙΕΡΜΝΝCΥΜΕΝΔ ЄΧЄΙ CΤЄΧΟCΣΤ
ΙΡѠΤΟC ΤΛΔЄ ΔЄΤЄΤΝΔΙΟC : ΒΔCΙΔΤΡΛ ΜΔЄCΤΗΔЄΔѠΡΗΜЄ
ΔCΟΙ ΠΔCΟ

dann ist der Raum für 27 Buchstaben freigelassen. Danach sind noch 38 Zeilen und der Raum für 6 Buchstaben freigelassen.

Der **Druck des Gelenius** (S. 598) lautet mit Beibehaltung seiner Interpunktion und seiner Schreibungen so:

[1] Ebenda (XVII, 4, 12) nennt er auch Augustus im Gegensatz zu den Kaisern seiner Zeit den vetus princeps.

[2] Die Angaben der antiken Schriftsteller über die Obelisken Roms wird man nur mit Vorsicht benutzen; es war zu leicht möglich, daß sie diese Steinpfeiler, deren einer für sie aussah wie der andere, miteinander verwechselten. Ein sicheres Beispiel einer solchen Verwechslung liegt bei Plinius (36, 71) vor; er läßt den Obelisk des Psemetnepserphreus, d. h. Psammetichs II., von Augustus im Circus magnus errichten, während er auf dem Campus Martius gestanden hat.

[3] Der Flaminius ist am besten veröffentlicht bei Ungarelli, interpretatio obeliscorum urbis, Romae 1842, Taf. 2; darauf gehen meine Zitate im folgenden.

Süds. I Ἀρχὴν ἀπὸ τοῦ νοτίου διερμηνευμένα ἔχει ϲτίχοϲ πρῶτοϲ. τάδε ἔϲτιν ἃ βαϲιλεῖ Ῥαμεϲτῇ δεδωρήμεθα, ὃν πᾶϲαν οἰκουμένην μετὰ χάραϲ βαϲιλεύων Ἥλιοϲ φιλεῖ καὶ Ἀπόλλων. κρατερὸϲ φιλαλήθηϲ υἱὸϲ Ἥρωνοϲ θεογέννητοϲ κτίϲτηϲ τῆϲ οἰκουμένηϲ, ὃν Ἥλιοϲ προέκρινεν, ἄλκιμοϲ Ἄρεωϲ βαϲιλεὺϲ Ῥαμέϲτηϲ. ᾧ πᾶϲα ὑποτέτακται ἡ γῆ μετὰ ἀλκῆϲ καὶ θάρϲουϲ. βαϲιλεὺϲ Ῥαμέϲτηϲ Ἡλίου παῖϲ αἰωνόβιοϲ

II ϲτῖχοϲ δεύτεροϲ. Ἀπόλλων κρατερὸϲ, ὁ ἑϲτὼϲ ἐπ' ἀληθείαϲ δεϲπότηϲ διαδήματοϲ, τὴν Αἴγυπτον δοξάϲαϲ κεκτημένοϲ. ὁ ἀγλαοποιήϲαϲ Ἡλίου πόλιν, καὶ κτίϲαϲ τὴν λοιπὴν οἰκουμένην, καὶ πολυτιμήϲαϲ τοὺϲ ἐν Ἡλίου πόλει θεοὺϲ ἀνιδρυμένουϲ, ὃν Ἥλιοϲ φιλεῖ.

III τρίτοϲ ϲτῖχοϲ Ἀπόλλων κρατερὸϲ Ἡλίου παῖϲ παμφέγγηϲ, ὃν Ἥλιοϲ προέκρινεν καὶ Ἄρηϲ ἄλκιμοϲ ἐδωρήϲατο. οὗ τὰ ἀγαθὰ ἐν παντὶ διαμενεῖ κερῷ. ὃν Ἄμμων ἀγαπᾷ. πληρώϲαϲ τὸν νέων τοῦ φοίνικοϲ ἀγαθῶν.

Unbest. I ᾧ οἱ θεοὶ ζωῆϲ χρόνον ἐδωρήϲαντο. Ἀπόλλων κρατερὸϲ υἱὸϲ Ἥρωνοϲ βαϲιλεὺϲ οἰκουμένηϲ Ῥαμέϲτηϲ, ὃϲ ἐφύλαξεν Αἴγυπτον τοῦ ἄλλου ἔθνουϲ νικήϲαϲ. ὃν Ἥλιοϲ φιλεῖ. ᾧ πολὺν χρόνον ζωῆϲ ἐδωρήϲαντο θεοὶ, δεϲπότηϲ οἰκουμένηϲ

II Ῥαμέϲτηϲ αἰωνόβιοϲ. ἄλλοϲ ϲτῖχοϲ δεύτεροϲ. Ἥλιοϲ θεὸϲ μέγαϲ δεϲπότηϲ οὐρανοῦ δεδώρημαι ϲοι βίον ἀπρόϲκορον. Ἀπόλλων κρατερὸϲ κύριοϲ διαδήματοϲ ἀνείκαϲτοϲ, ᾧ ἀνδριάνταϲ ἀνέθηκεν ἐν τῇδε τῇ βαϲιλείᾳ δεϲπότηϲ Αἰγύπτου, καὶ ἐκόϲμηϲεν Ἡλίου πόλιν ὁμοίωϲ καὶ αὐτὸν Ἥλιον δεϲπότην οὐρανοῦ. ϲυνε-

III τελεύτηϲεν ἔργον ἀγαθὸν Ἡλίου παῖϲ βαϲιλεὺϲ αἰωνόβιοϲ. τρίτοϲ ϲτῖχοϲ. Ἥλιοϲ θεὸϲ δεϲπότηϲ οὐρανοῦ Ῥαμεϲτῇ βαϲιλεῖ δεδώρημαι τὸ κράτοϲ καὶ τὴν κατὰ πάντων ἐξουϲίαν. ὃν Ἀπόλλων φιλαλήθηϲ δεϲπότηϲ χρόνων καὶ Ἥφαιϲτοϲ ὁ τῶν θεῶν πατὴρ προέκρινεν διὰ τὸν Ἄρεα. βαϲιλεὺϲ παγχαρὴϲ Ἡλίου παῖϲ καὶ ὑπὸ Ἡλίου φιλούμενοϲ. Ἀφηλιώτηϲ πρῶτοϲ ϲτῖχοϲ. ὁ ἀφ' Ἡλίου πόλεωϲ μέγαϲ

Ostr. I θεὸϲ ἐνουράνιοϲ Ἀπόλλων κρατερὸϲ, Ἥρωνοϲ υἱὸϲ, ὃν Ἥλιοϲ ἠγώγηϲεν, ὃν οἱ θεοὶ ἐτίμηϲαν, ὁ πάϲηϲ γῆϲ βαϲιλεύων, ὃν Ἥλιοϲ προέκρινεν, ὁ ἄλκιμοϲ διὰ τὸν Ἄρεα βαϲιλεὺϲ, ὃν Ἄμμων φιλεῖ, καὶ ὁ παμφέγγηϲ ϲυγκρίναϲ αἰώνιον βαϲιλέα. et reliqua.

Daß auf Gelenius Abdruck nicht viel Verlaß sein wird, kann man von vornherein denken, wenn auch Froben (S. 546) bemerkt, daß sie im allgemeinen lieber zu viel als zu wenig an der Überlieferung geändert hätten. Wir können die Art ihrer Arbeit aber noch kontrollieren an dem im Fuldensis erhaltenen Anfange des Textes; so wüst wie der wird auch der Hersfeldensis ausgesehen haben und wenn Gelenius Abdruck statt dessen kenntliche griechische Worte darbietet, so werden die zum guten Teile erst von ihm hergestellt sein. Wie gewaltsam er dabei verfahren ist, zeigt schon jener doppelt erhaltene Anfang. Hier lautete das Überlieferte, die Verderbnis der einzelnen Worte abgerechnet, etwa so:

ἀρχὴν ἀπὸ τοῦ νοτίου διερμηνευμένα ἔχει ϲτίχοϲ πρῶτοϲ τάδε λέγει Ἥλιοϲ βαϲιλεῖ Ῥαμεϲτῇ δεδώρημαί ϲοι πᾶϲαν οἰκουμένην μετὰ χαρᾶϲ βαϲιλεύειν ὃν Ἥλιοϲ φιλεῖ Ἀπόλλων κρατερὸϲ φιλαλήθηϲ usw.

»Am Anfang vom Süden her enthält die erste Zeile dies in Übersetzung: »Helios sagt zum König Ramestes: ich habe dir gegeben

über die ganze Welt in Freude zu regieren.« — »Den Helios liebt.« — »Apollon: der Starke, der Freund der Wahrheit« usw.

Daraus hat Gelenius folgendes gemacht, was ihm einen scheinbaren Sinn zu geben schien: τάδε ἐστιν ἃ βασιλεῖ Ῥαμεστῇ δεδωρήμεθα ὃν πᾶσαν οἰκουμένην μετὰ χαρᾶς βασιλεύων Ἥλιος φιλεῖ καὶ Ἀπόλλων, »das ist es, was wir dem Könige Ramestes geschenkt haben, den Helios, der die ganze Welt mit Freude beherrscht, liebt und Apollon«.

Wenn wir an dieser Stelle sein Verfahren dank der doppelten Überlieferung beobachten können, so erkennen wir es anderswo durch Vergleichungen innerhalb des Textes. Im τρίτος στίχος der unbestimmten Seite wird Gelenius der Verwirrung seiner Vorlage dadurch Herr, daß er ein ὃν einschiebt, was dann mit den Resten anderer Formeln[1] wieder einen Scheinsinn ergibt. Oder man sehe unten S. 253, was er aus der fünfmal wiederkehrenden Formel ὃν Ἥλιος προέκρινεν, ὁ ἄλκιμος διὰ τὸν Ἄρεα alles herstellt, um etwas wie einen Sinn zu gewinnen, bis zu: »den Helios ausgewählt und der starke Ares beschenkt hat«. Wir werden daher schwerlich Gelenius Unrecht tun, wenn wir von der schauerlichen Verderbnis des Textes, die wir unten aufweisen werden, einen guten Teil auf seine Verbesserungen setzen.

Einteilung des Textes.

Man sieht zunächst, daß es sich um einen der großen Obelisken handelt, die in der Mitte jeder Seite eine Hauptzeile und beiderseits neben dieser je eine andere Zeile zeigen; diese drei Zeilen sind es, die Hermapion στίχος πρῶτος, στ. δεύτερος und τρίτος στ. nennt. Daraus ergibt sich schon, daß die Übersetzung, so wie sie uns vorliegt, unvollständig ist; es müßten zwölf στίχοι sein, und es sind nur ihrer sechs oder vielmehr, wie wir gleich sehen werden, sieben. Sie gehören der Südseite, einer ungenannten Seite und der Ostseite des Obelisken an.

Eine jede solche Zeile muß nun mit dem ersten Namen des Königs beginnen, also mit den Worten »Horus, der starke Stier« und richtig beginnen Zeile 2 und 3 der Südseite mit Ἀπόλλων κρατερός, was eine vernünftige und sinngemäße Wiedergabe der ägyptischen Ausdrücke ist. Wenn nun dieses Ἀπόλλων κρατερός außerdem noch viermal vollständig und einmal zu Ἀπόλλων verkürzt innerhalb der Zeilen vorkommt (Süds. 1. 3 unten; Unbest. 2. 3, Osts. 1), so müssen

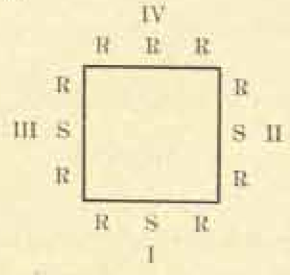
[1] Vgl. unten S. 265.

wir annehmen, daß auch an diesen fünf Stellen ursprünglich eine Zeile begann. Und in der Tat bezeichnet auf Süds. 3 das zweite Ἀπόλλων κρατερός offenbar den Anfang einer neuen Zeile; es ist, wie das auch ZOËGA[1] schon gesehen hat, der fehlende πρῶτος στίχος der unbestimmten Seite, der hier an das Ende der Südseite geraten ist. Was aber in den Zeilen Süds. 1, Unbest. 2. 3, Osts. 1 davor geraten ist, läßt sich auch leicht ermitteln. Wer in Unbest. 2 liest Ἥλιος θεὸς μέγας δεσπότης οὐρανοῦ und δεδώρημαί σοι βίον ἀπρόσκορον, erkennt darin die typische Beischrift zu einer Darstellung des Sonnengottes und die typische Rede desselben an den ihm opfernden König. Es sind also die Beischriften zu den kleinen Bildern vom Oberteil oder Unterteil des Obelisken[2]; wie es gekommen ist, daß sie sich so seltsam an die verschiedenen Stellen des Textes verirrt haben, läßt sich nicht erraten.

Demnach liegen uns also heute[3] folgende Teile des fraglichen Obelisken in Hermapions Übersetzung vor:

Südseite:	Beischrift —	Zeile 1.
		Zeile 2.
		Zeile 3.
Unbest. S.:		Zeile 1.
	Beischrift —	Zeile 2.
	Beischrift —	Zeile 3.
Ostseite:	Beischrift —	Zeile 1.

Der Flaminius, der uns nach dem oben (S. 249) Dargelegten zur Richtschnur dienen muß, ist von Sethos I. begonnen und trägt daher dessen Namen in den Mittelzeilen dreier Seiten, so daß nur deren Seitenzeilen Ramses II. nennen:



[1] ZOËGA, de origine et usu obeliscorum, S. 27, Anm. 3.

[2] Dies hat schon CHAMPOLLION gesehen, Précis S. 149.

[3] Wie ich oben (S. 246) bemerkte, hat die Vorlage der Fuldaer Handschrift noch ein bedeutend größeres Stück des griechischen Textes enthalten: 2486 Buchstaben statt der bei GELENIUS erhaltenen 1574. Da nun aber diese 1574 Buchstaben 7 Zeilen des Obelisken nebst deren Beischriften entsprechen, so daß auf jede Zeile mit ihrem Zubehör im Durchschnitt etwa 225 Buchstaben kommen, so entsprechen jene 2486 Buchstaben etwa 11 Zeilen. Demnach ist es höchst wahrscheinlich, daß die Vorlage des Fuldensis und Hersfeldensis noch im wesentlichen die gesamten zwölf Zeilen des Obelisken enthalten hat.

Man wird danach annehmen dürfen, daß es auch bei Hermapions Obelisken ebenso gestanden hat. Und in der Tat enthalten nur die Seitenzeilen (Süds. 1; Unbest. 1) den Namen Ῥαμέστης und sie enthalten überdies viermal einen seltsamen Passus, der den Mittelzeilen abgeht und der demnach auch zur Titulatur Ramses' II. gehören wird. Man hat nämlich auf den fünf erhaltenen Seitenzeilen:

S. 1:	ὃν Ἥλιος προέκρινεν	ἄλκιμος Ἄρεως	βασιλεὺς Ῥαμέστης
S. 3:	ὃν Ἥλιος προέκρινεν	καὶ Ἄρης ἄλκιμος ἐδωρήσατο	—
U. 1:	—	—	—
U. 3:	προέκρινεν	διὰ τὸν Ἄρεα	βασιλευς
O. 1:	ὃν Ἥλιος προέκρινεν	ὁ ἄλκιμος διὰ τὸν Ἄρεα	βασιλεύς

In diesen Worten, die durch Verstümmelungen und noch schlimmere Ergänzungen greulich verderbt sind, stecken also die Namen Ramses' II. Das ὃν Ἥλιος προέκρινεν ist natürlich das [Hieroglyphen], »erwählt von Re«; warum der Übersetzer es stets voran stellt, statt es an zweiter Stelle zu belassen, kann ich nicht sagen. In dem rätselhaften ὁ ἄλκιμος διὰ τὸν Ἄρεα, ἄλκιμος Ἄρεως usw. verbirgt sich irgendwie der offizielle Name Ramses' II., das berühmte [Hieroglyphen][1] »stark an (?) Wahrheit ist (?) Re«. Das βασιλεὺς Ῥαμέστης entspricht in kürzester Fassung dem »Sohn des Re: Ramses, der vom Amon geliebt ist«.

In Übereinstimmung mit dem, was wir eben erkannt haben, finden wir dann in der Tat am Kopfe der Seitenzeilen hinter dem oben besprochenen Ἀπόλλων κρατερός Prädikate, die zu den ersten Namen Ramses' II. passen:

Süds. 1: φιλαλήθης υἱὸς Ἥρωνος
Süds. 3: Ἡλίου παῖς
Unbest. 1: υἱὸς Ἥρωνος
Unbest. 3: φιλαλήθης
Osts. 1: Ἥρωνος υἱός.

Das φιλαλήθης ist der gewöhnliche erste Name des Königs: [Hieroglyphen] »von der Wahrheit geliebt«, den er auch auf dem Flaminius viermal führt. Das Ἡλίου παῖς wird dem [Hieroglyphen] »Sohn des Chepre« entsprechen, das auf anderen Obelisken des Königs[2] in dessen erstem Namen vorkommt. In dem υἱὸς Ἥρωνος aber stecken — ich verdanke diesen Hinweis Hrn. Sethe — irgendwie die drei Ausdrücke [Hieroglyphen] »Sohn des Atum«, [Hieroglyphen] »Sohn des Ptah Tenen« und [Hieroglyphen] »Sohn des Seth«, die der Flaminius auch im ersten Namen gebraucht[3].

[1] Ich komme unten, S. 257, auf diesen Punkt noch zurück.

[2] Gauthier, Livre des rois, III S. 61. 102. 103.

[3] Es sieht das aus, als habe der Übersetzer die Unterschiede der drei Götterfiguren, die ja 20 m hoch über ihm lagen, nicht erkannt und alle mit demselben Namen

Um die beiden Mittelzeilen, die nach dem oben Gesagten den Namen Sethos' I. enthalten haben müssen, steht es schlimmer, denn die eigentlichen Königsnamen sind hier beidemal ganz ausgefallen. Dafür hat sich aber in Süds. 2 der erste Name des Sethos, der auf das Ἀπόλλων κρατερός folgen muß, desto schöner erhalten: ὁ ἑστὼς ἐπ' ἀληθείας ist offenbar die Übersetzung des , das der König auf S. III des Flaminius als ersten Namen führt. — In Unbest. 2 sind nur noch die zu den ersten beiden Namen gehörigen Titel erhalten, die allen Königen gemein sind.

Wir haben also bisher festgestellt, daß es sich um einen Obelisken handelt, bei dem die Seitenzeilen die Namen Ramses' II., die Mittelzeilen die Namen Sethos' I. enthielten, ganz wie bei dem Flaminius. Aber auch mit dieser Erkenntnis würden wir uns noch nicht in diesem verderbten und verstümmelten Texte zurechtfinden, käme uns nicht ein besonderer Umstand zu Hilfe, der strenge Bau solcher Inschriften. Derartige Prunkinschriften sind nach einem festen Schema gebaut, über das man nicht hinwegsehen darf. Bei den Obelisken, die eigentlich ja nur die Namen des Königs tragen, spricht es sich in der Art aus, wie zwischen diese Namen Zusätze eingefügt werden, die den König verherrlichen, ein oder zwei längere in der Mitte, ein kurzer wie am Ende.

Bezeichnet man die fünf Namen der Könige mit Ziffern, so ergibt sich nun für den Flaminius folgendes Schema[1]:

Mittelzeilen Sethos' I.

I:	1. 2. 3. 4.	Zusatz		5.	Zusatz
II:	1. 2. 3. 4.	Zusatz		5.	Zusatz
III:	1. 2. 3. 4.	Zusatz	( )	5.	Zusatz.

Mittelzeile Ramses' II.

IV: 1. 4. 5. Zusatz. usw. 5. Zusatz.

wiedergegeben. Aber was ist das für ein Name? Die Annahme der ersten Ägyptologen, es sei der Atum, steht, wie mir Sethe gezeigt hat, auf sehr schwachen Füßen, wieviel man auch darauf gebaut hat.

[1] Andere Obelisken der gleichen Zeit haben ein anderes Schema. Sehr ähnlich dem unseren ist das der jetzt in London und New York befindlichen Obelisken, die ebenfalls von Ramses II. und aus Heliopolis stammen:

1.	4.	Zusatz	5.	Zusatz	4. 5.	Zusatz
oder 1.	4.	2.	5.	Zusatz	4. 5.	Zusatz
oder 1.	4.	3.	5.	Zusatz	4. 5.	Zusatz.

Hierbei erhält 4 bei der Wiederholung ebenso wie auf dem Flaminius ein als einleitenden Titel.

Seitenzeilen Ramses' II.

I 1:	1.	Zusatz	4. 5.	2.	4. 5.	Zusatz
3:	1.	Zusatz	4. 5.	3.	4. 5.	Zusatz
II 1:	1.	Zusatz	4. 5.	Zusatz	4. 5.	Zusatz
3:	1.	2.	4. 5.	Zusatz	4. 5.	Zusatz
III 1:	1.	Zusatz	4. 5.	Zusatz	4. 5.	Zusatz
3:	1.	3.	4. 5.	Zusatz	4. 5.	Zusatz
IV 1:	1.	Zusatz	4. 5.	Zusatz	4. 5.	Zusatz
3:	1.	3.	4. 5.	Zusatz	4. 5.	Zusatz.

Dabei erhält der Name 4 bei der Wiederholung als einleitenden Titel ein statt des .

Bei dem Namen 1 steht das oder in den ersten Zeilen, während die dritten Zeilen in I, II, III den König als den »Sohn« eines Gottes bezeichnen. — Im Zusatz am Ende der Zeilen steht auf S. II, III, IV in der ersten Zeile , in der dritten ; auf S. 1 steht in beiden Zeilen .

Wir dürfen annehmen, daß dieses Schema des Flaminius auch für unsern, ihm jedenfalls nahe verwandten Obelisken gegolten hat, denn es ist ja undenkbar, daß in zwei zueinandergehörigen ägyptischen Denkmälern die charakteristischen Schilder der Königsnamen sich dem Beschauer nicht an dem gleichen Platze gezeigt hätten. Und in der Tat zeigt die Südseite I auch trotz aller Verstümmelung noch den einen charakteristischen Zug dieses Schemas, die zweimalige Setzung der Namen 4 und 5 und ebenso steht es vielleicht auch in Unbestimmte Seite III. Den andern besonderen Zug, den Zusatz zwischen 1 und 4 zeigen noch Südseite I, Unbestimmte Seite III, Ostseite I.

Gehen wir nun die einzelnen Zeilen an der Hand dieses Schemas durch. Ich drucke dabei den Text so, daß ich ihn nach diesem Schema einteile und den ursprünglichen Wortlaut des Ganzen, soweit er sich angeben oder vermuten läßt, durch die danebenstehende deutsche Übersetzung andeute; so bekommt der Leser gleich ein deutliches Bild von der merkwürdigen Verstümmelung, die der Text erfahren hat[1].

[1] Ich ändere dabei an dem Text des Gelenius nur, was selbstverständlich ist. Die mancherlei anderen Änderungen, die man vorgeschlagen hat, übersieht man in C. U. Clarks neuer Ausgabe des Ammian.

Die Längszeilen.

Südseite I.

1. Horus: »der starke Stier, von der Wahrheit geliebt«	Ἀπόλλων κρατερός, φιλαλήθης, υἱὸς Ἥρωνος,
Zusatz: Re, der die Götter bildete und die beiden Länder gründete	θεογέννητος, κτιστὴς τῆς οἰκουμένης
4. Der König von Oberägypten und König von Unterägypten: »stark an Wahrheit ist (?) Re, erwählt von Re«	ὃν Ἥλιος προέκρινεν, ἄλκιμος Ἄρεως
5. Der Sohn des Re: »Ramses, geliebt von Amon«	βασιλεὺς Ῥαμέστης
Zusatz: unter dessen Sohlen alle Länder liegen . . . in Stärke und Kraft	ᾧ πᾶσα ὑποτέτακται ἡ γῆ μετὰ ἀλκῆς καὶ θάρσους
4. Der Herr der beiden Länder: »stark an Wahrheit ist Re, erwählt von Re«	
5. Der Sohn des Re: »Ramses, geliebt von Amon«	βασιλεὺς Ῥαμέστης
Zusatz: der Sohn des Chepre, mit Leben beschenkt ewiglich.	Ἡλίου παῖς, αἰωνόβιος.

Der erste Name ist hier doppelt vertreten; wie oben (S. 255) bemerkt, mußte hier als in der ersten Zeile der Seite φιλαλήθης stehen, das υἱὸς Ἥρωνος hat sich aus einer dritten Zeile hierher verirrt. Die Übersetzung φιλαλήθης ist übrigens nicht genau, denn der ägyptische Ausdruck bedeutet »von der (Göttin der) Wahrheit geliebt«.

Der Zusatz θεογέννητος κτιστὴς τῆς οἰκουμένης ist die Wiedergabe des »Re, der die Götter bildete, der die beiden Länder gründete«, das an gleicher Stelle dreimal auch auf dem Flaminius steht (I 3, III 1, IV 1). Dabei ist es interessant, daß der Übersetzer das *Rʿ mś nṯrw* »Re, der Bildner der Götter« nicht verstand, denn er faßt es als »von den Göttern erzeugt auf« und läßt den ihm dazu nicht passenden Re fort. In Wirklichkeit bedeutet die Phrase, daß der König, der die Götterbilder der Tempel herstellen läßt, darin dem Re gleicht, der einst die Götter selbst gebildet hat.

Daß die »die beiden Teile Ägyptens« mit »Welt« übersetzt werden, entspricht dem Gebrauch von in der späten Schrift. Übri-

gens ist auch unten (Unbest. I) der »König beider Ägypten« zu einem βασιλεὺς οἰκουμένης geworden; die engen Verhältnisse der ägyptischen Urzeit waren dieser Epoche unverständlich geworden.

Vor dem Namen 4 sind, wie fast immer, die dazugehörigen Titel [Hieroglyphen] fortgelassen. Über ὃν Ἥλιος προέκρινεν siehe oben S. 253. Für ἄλκιμος Ἄρεως usw. wird nach Osts. I, Unbest. III zunächst ἄλκιμος διὰ τὸν Ἄρεα zu lesen sein und auch das ist schwerlich das Ursprüngliche. Denn wie man sich auch [Hieroglyphen] denken mag, zweifellos ist, daß darin von der ἀλήθεια die Rede ist und nicht von Ἄρης. Ich möchte daher vermuten, daß die Übersetzung ursprünglich ἄλκιμος διὰ τὴν ἀλήθειαν gelautet hat; der König wäre dabei als »durch die Wahrheit stark« gedacht gewesen; er regiert, weil das Recht (denn das bezeichnet *mꜣꜥt*) ihm zur Seite steht. Ob eine solche Übersetzung des [Hieroglyphen], bei der das ☉ ganz ausfällt, genau wäre, stehe freilich dahin[1].

Beim fünften Namen gibt er hier und ebenso bei dessen Wiederholung das »Sohn des Re« durch βασιλεὺς wieder und schenkt sich das »von Amon geliebt« ganz; an andern Stellen hat er Ἡλίου παῖς (Unbest. II, III) und ὃν Ἄμμων φιλεῖ (Osts. I), ὃν Ἄμμων ἀγαπᾷ (Süds. III).

Den Zusatz ᾧ πᾶσα ὑποτέτακται ἡ γῆ μετὰ ἀλκῆς καὶ θάρσους kann ich nicht genau mit einer ägyptischen Phrase identifizieren; ähnliche gibt es freilich in Menge. Am nächsten steht scheinbar das [Hieroglyphen], »unter dessen Sohlen die ganze Erde liegt«[2], das in der Titulatur Thutmosis' I. vorkommt, aber wahrscheinlicher ist es, daß einer der so häufigen Sätze vorlag, wie: [Hieroglyphen], »unter dessen Sohlen die Länder und Fremdländer liegen«[3], [Hieroglyphen], »unter dessen Sohlen alle Länder und alle Fremdländer vereinigt liegen«[4] usw. Der Zusatz μετὰ ἀλκῆς καὶ θάρσους fehlt freilich bei diesen Sätzen; daß er aber auch hier bei besonderer Formulierung vorkam, zeigt die Stelle einer Inschrift Amenophis' III.:

[1] Diese vierten Namen der ägyptischen Könige harren noch immer der Deutung; sicher steht nur, daß das ☉ in ihnen am Ende zu lesen ist, daß also der König nicht selbst »Sonne« heißt, sondern daß vielmehr von der Sonne etwas ausgesagt wird (»stark an Wahrheit ist Re« oder ähnliches). — Die Rosettana gibt das [Hieroglyphen] im Namen des Ptolemäus Epiphanes auffallend genug mit ᾧ ὁ Ἥλιος ἔδωκεν τὴν νίκην wieder; man müßte schon seltsame Kunststücke machen, um diese Übersetzung zu erklären.

[2] Urk. IV 86.

[3] Karnak, Tempel Ramses' III.

[4] Kairo, Alabasterstele Sethos' I.

... [hieroglyphs], »... die mir unterworfenen unter meinen Sohlen in Stärke und Kraft«[1].

Der Endzusatz Ἡλίου παῖς, αἰωνόβιος findet sich auf dem Flaminius I als [hieroglyphs]. Das [hieroglyphs] gibt er anderswo (Süds. III, Unbest. I) genauer wieder.

Südseite II.

1. Horus: »der starke Stier, der über die Wahrheit zufriedene«	Ἀπόλλων· κρατερός, ὁ ἑστὼς ἐπ' ἀληθείας
2. Der Herr des oberägyptischen und des unterägyptischen Diadems: »Month für das Land, der Ägypten schützt« (?)	δεσπότης διαδήματος· τὴν Αἴγυπτον δοξάσας κεκτημένος
3. Horus, der über den Gegner triumphiert: ...?....	
4. Der König von Oberägypten und König von Unterägypten: »mit dauernder Wahrheit ist (?) Re«,	
Zusatz: (nicht sicher herzustellen)	ὁ ἀγλαοποιήσας Ἡλίου πόλιν καὶ κτίσας τὴν λοιπὴν οἰκουμένην καὶ πολυτιμήσας τοὺς ἐν Ἡλίου πόλει θεοὺς ἀνιδρυμένους
er hat es gemacht	
5. Der Sohn des Re: »Sethos, geliebt von Ptah«	
Zusatz: von Re Harachte (?) geliebt	ὃν Ἥλιος φιλεῖ

Die Zeile ist eine solche Sethos' I.; sie muß also nach dem S. 254 bemerkten mit dessen vier ersten Namen beginnen. Davon sind die beiden ersten erhalten. Der erste, ὁ ἑστὼς ἐπ' ἀληθείας, gibt wie oben (S. 254) bemerkt, offenbar das [hieroglyphs] wieder; der Übersetzer denkt an den wörtlichen Sinn »auf der Wahrheit ruhend« und faßt dies als »auf der Wahrheit begründet«, ein König, dessen Herrschaft auf dem Rechte fußt. So gut ägyptisch nun ein solcher Gedanke auch ist, so ist diese Übersetzung doch schwerlich richtig, denn [hieroglyphs] ist in der Bedeutung »zufrieden sein mit etwas« so gut und so oft belegt, daß man es auch in unserer Phrase nicht anders wird fassen dürfen[2].

[1] Mar. Karn. 35.

[2] Was ihr Sinn ist, zeigen Stellen wie Mar. Dend. II 74b, wo der König »ein trefflicher Richter, [hieroglyphs] der an der Wahrheit Freude hat« heißt, oder Mission V 592

Bei dem zweiten Namen ist der Titel [hieroglyphs] »Herr des oberägyptischen und unterägyptischen Diadems« gut mit δεσπότης διαδήματος wiedergegeben. Was dahinter als eigentlicher Name steht, τὴν Αἴγυπτον δοξάσας κεκτημένος ist verderbt; man hat dafür τ. Α. φυλάξας vorgeschlagen, vielleicht richtig, denn was auf dem Obelisken vorlag, mag das [hieroglyphs] »Gott Month für das Land, der Ägypten schützt« gewesen sein, das auch auf dem Flaminius (I, 2) als zweiter Name Sethos' I. vorkommt[1]. Für gewöhnlich gehört *mk kmt* in den zweiten Namen Ramses' II. und unser Text übersetzt es da (Unbest. I) mit ὃς ἐφύλαξεν Αἴγυπτον.

Der Zusatz, der auf die fehlenden Namen 3 und 4 folgte, ist so lang, wie er es bei den Sethoszeilen auch auf dem Flaminius immer ist. Sein Anfang ὁ ἀγλαοποιήσας Ἡλίου πόλιν hat auf dem Flaminius mehrere ähnliche Seitenstücke, so das [hieroglyphs] »prächtig an Denkmälern in Heliopolis« (III, 2), das [hieroglyphs] »der Heliopolis durch große Denkmäler herrlich macht« (IV, 3); auch das [hieroglyphs] »der Heliopolis für seinen Bewohner (den Gott) herrlich macht« (II, 2) könnte man heranziehen.

Das κτίσας τὴν λοιπὴν οἰκουμένην wird wieder wie oben S. 256 ein [hieroglyphs] »der die beiden Länder gründete« wiedergeben; das λοιπή ist wohl ein müßiger Zusatz des Übersetzers: die übrige Welt, d. h. die außerhalb von Heliopolis.

Für die »reiche Ehrung« der »in Heliopolis aufgestellten Götter« gibt es auf dem Flaminius kein Analogon. Ich wage die Phrase nicht herzustellen, die ἐν Ἡλίου πόλει θεοὶ ἀνιδρυμένοι dürften die [hieroglyphs] sein. Das [hieroglyphs] »er hat es gemacht« der Sethoszeilen, das Unbest. II erhalten ist, fehlt hier. Der erforderliche Name 5 ist ausgelassen, dagegen ist sein Zusatz ὃν Ἥλιος φιλεῖ erhalten, der etwa dem [hieroglyphs] von II 2 des Flaminius entsprechen wird.

(Dyn. 18), wo es Epitheton des Thoth ist; es soll den gerechten guten Richter bezeichnen. Auch das nicht seltene [hieroglyphs] (Wien, Grabst. 90; Turin, Statue 74 u. ö.), bei dem das [hieroglyph] Hermapions Auffassung ausschließt, genügt schon, um unsere bisherige Übersetzung sicherzustellen.

[1] Vgl. auch Brugsch-Bouriant, livre des rois, S. 60 (aus Abydos); der gewöhnliche zweite Name des Königs paßt gar nicht.

Südseite III.

1. Horus: »der starke Stier, der Sohn des Chepre«	Ἀπόλλων κρατερός, Ἡλίου παῖς
Zusatz: . . . . . ?	παμφεγγής
4. Der König von Oberägypten und König von Unterägypten: »stark an Wahrheit ist (?) Re, erwählt von Re«	ὃν Ἥλιος προέκρινεν καὶ Ἄρης ἄλκιμος ἐδωρήσατο
5. Der Sohn des Re: »Ramses, geliebt von Amon«	οὗ τὰ ἀγαθὰ ἐν παντὶ διαμένει καιρῷ ὃν Ἄμμων ἀγαπᾷ
Zusatz: der das Haus des Phönix mit seinen Herrlichkeiten gefüllt hat	πληρώσας τὸν νέων τοῦ φοίνικος ἀγαθῶν
4. Der Herr der beiden Länder: »stark an Wahrheit ist Re, erwählt von Re«	
5. Der Sohn des Re, »Ramses, von Amon geliebt«	
Zusatz: mit Leben beschenkt wie Re.	ᾧ οἱ θεοὶ ζωῆς χρόνον ἐδωρήσαντο.

Über den ersten Namen Ἡλίου παῖς s. oben S. 253. Das παμφεγγής »hell leuchtend« wird der Rest des fehlenden ersten Zusatzes sein; man denkt an einen Vergleich des Königs mit dem Sonnengotte.

Der vierte Name liegt vollständig vor, wenn auch in entstellter Form (vgl. S. 253), und vom fünften ist wenigstens der Zusatz »geliebt von Amon« erhalten. Aber an die Stelle des »Ramses« hat sich etwas eingeschlichen, was hier gewiß nicht hergehört. Und in der Tat dieses οὗ τὰ ἀγαθὰ ἐν παντὶ διαμένει καιρῷ findet sich in einer der Sethoszeilen des Flaminius (II, 2) in der Fassung »dessen Denkmäler immer und ewig bleiben« als der zweite Name dieses Königs; es wird also dieser Name des Sethos sein, der sich aus einer der Mittelzeilen unseres Obelisken hierher verirrt hat.

Der Zusatz des fünften Namens πληρώσας τὸν νέων τοῦ φοίνικος ἀγαθῶν kehrt genau so auf dem Flaminius wieder, als »der das Phönixhaus mit seinen Herrlichkeiten füllt« (III, 3), und zwar an gleicher Stelle.

Die wiederholten Namen 4 und 5 fehlen wieder ganz, aber der Schlußzusatz liegt offenbar in dem ᾧ οἱ θεοὶ ζωῆς χρόνον ἐδωρήσαντο vor, denn ich zweifle nicht, daß dieser Ausdruck, der auch Unbest. I

wiederkehrt, die Wiedergabe des [hieroglyphs] ist, das an dieser Stelle zu stehen pflegt (Flaminius III 1. 3; II 1. 3; I 1; IV 1. 3)[1]. Es zeigt uns, daß die Tradition diese rätselhafte Formel ältester Zeit als »mit Leben beschenkt« auffaßte[2]. Daß unser Text es daneben auch ungenauer mit αἰωνόβιος wiedergibt (Süds. I), kann bei der Art dieser Übersetzung nicht auffallen.

Unbestimmte Seite I.

1. Horus: »der starke Stier, der Sohn des Atum (?)«	Ἀπόλλων· κρατερός, υἱὸς Ἥρωνος
Zusatz: . . . . . ?	
4. Der König von Oberägypten und König von Unterägypten: »stark an Wahrheit ist Re, erwählt von Re«	βασιλεὺς οἰκουμένης
5. Der Sohn des Re: »Ramses, geliebt von Amon«	Ῥαμέστης
Zusatz: der Ägypten schützt und die Fremdländer bezwingt	ὃς ἐφύλαξεν Αἴγυπτον, τοὺς ἀλλοεθνεῖς[3] νικήσας
4. Der Herr der beiden Länder: »stark an Wahrheit ist (?) Re, erwählt von Re«	
5. Der Sohn des Re: »Ramses, geliebt von Amon«	
Zusatz: mit Leben beschenkt ewiglich.	ὃν Ἥλιος φιλεῖ, ᾧ πολὺν χρόνον ζωῆς ἐδωρήσαντο θεοί.
	δεσπότης οἰκουμένης Ῥαμέστης αἰωνόβιος.

[1] Eigentlich erwartet man an dieser Stelle nach dem Flaminius (vgl. S. 255) das Ἡλίου παῖς αἰωνόβιος der ersten Zeile ganz wiederholt zu sehen. Statt dessen ist hier nur der Schluß übersetzt.

[2] Die übliche moderne Übersetzung »Leben gebend« hat keine Begründung. Eine gute Bestätigung für die Übersetzung »mit Leben beschenkt« findet sich Mar. Abyd. I 33, wo die Formel so ausgesponnen ist: [hieroglyphs], wo also alle die guten Dinge, mit denen die Könige von den Göttern beschenkt werden, dem »Leben« beigefügt sind. — Was das [hieroglyphs] dabei soll, weiß ich nicht, die übliche Übersetzung »bei mir« ist hier ausgeschlossen; es findet sich auch sonst hinter solchen Göttergeschenken als [hieroglyphs] (z. B. Six Temples pl. 11) oder [hieroglyphs] (LD III 151 a, zweimal).

[3] So nach der Konjektur von Ottfried Müller.

Nach dem was wir S. 255 bemerkt haben, verfährt der Flaminius so, daß er in der ersten Zeile jeder Seite den König »von der Wahrheit geliebt« in der dritten dagegen »Sohn« eines Gottes nennt. Wenn hier in der Übersetzung der Unbestimmten Seite gerade umgekehrt das υἱὸς Ἥρωνος in der ersten und das φιλαλήθης in der dritten Zeile auftritt, so sieht man daraus, daß der Übersetzer die Reihenfolge der Zeilen verkehrt hat: er hat sie einfach so übertragen, wie sie sich ihm beim Umschreiten des Obelisken darboten, wo ja in der Tat, wie der Flaminius zeigt, an einer Ecke zwei dritte Zeilen aneinanderstoßen: [Diagramm]. Wir werden unten (S. 266, 270) sehen, daß diese Annahme sich auch in anderer Weise bestätigt[1].

Nach dem ersten Namen ist der Zusatz ausgefallen, denn es folgt sogleich βασιλεὺς οἰκουμένης Ῥαμέστης, offenbar der Rest der Namen 4. 5. Dabei wird βασιλεὺς οἰκουμένης dem [Hieroglyphen] »König von Oberägypten und König von Unterägypten« entsprechen.

Es folgt als Zusatz zu Namen 4. 5 das schon bei Süds. II erwähnte ὃς ἐφύλαξεν Αἴγυπτον τοὺς ἀλλοεθνεῖς νικήσας, die Wiedergabe des Namens 2 [Hieroglyphen] »der Ägypten schützt und die Fremdländer bezwingt«.

Die dahinter zu wiederholenden Namen 4 und 5 fehlen in der Übersetzung ganz. Der Zusatz zu ihnen ist gut erhalten, denn ὃν Ἥλιος φιλεῖ, ᾧ πολὺν χρόνον ζωῆς ἐδωρήσαντο θεοί gibt offenbar einen Ausdruck wieder, ähnlich dem der im Flaminius IV 2 am Zeilenende steht: [Hieroglyphen] »geliebt von Atum, dem Herrn von Heliopolis, mit Leben beschenkt«; daß die Zeilenschlüsse auf dieser Seite ungewöhnlich gestaltet gewesen sind, zeigt auch der Schluß von Zeile 3: ὑπὸ Ἡλίου φιλούμενος.

Was in unserer Zeile noch hinter allem stehen soll: δεσπότης οἰκουμένης Ῥαμέστης αἰωνόβιος gehört gewiß nicht hierher; es wird die Beischrift eines der Reliefs sein, die mit [Hieroglyphe] beginnenden Namen 4 und 5 und ein [Hieroglyphen] dahinter; vgl. die Beischrift zum Königsbild auf dem Flaminius IV unten.

---

[1] Demnach wird unsere Unbestimmte Seite die Westseite des Obelisken gewesen sein.

Unbestimmte Seite II.

1. Horus: der starke Stier ....?.....	Ἀπόλλων κρατερός
2. Der Herr des oberägyptischen und des unterägyptischen Diadems: ...?....	κύριος διαδήματος ἀνείκαστος
3. Horus, der über den Gegner triumphiert: ....?....	
4. Der König von Oberägypten und König von Unterägypten: »mit dauernder Wahrheit ist Re«	
Zusatz: (nicht sicher herzustellen)	ᾧ[1] ἀνδριάντας ἀνέθηκεν ἐν τῇδε τῇ βασιλείᾳ, δεσπότης Αἰγύπτου, καὶ ἐκόσμησεν Ἡλίου πόλιν ὁμοίως καὶ αὐτὸν Ἥλιον δεσπότην οὐρανοῦ
er hat es gemacht	συνετελεύτησεν ἔργον ἀγαθόν
5. Der Sohn des Re: »Sethos, geliebt von Ptah«	Ἡλίου παῖς βασιλεύς
Zusatz: ...... ewig lebend.	αἰωνόβιος.

Die Zeile gehört wieder Sethos I. und muß daher mit dessen vier ersten Namen begonnen und nach dem vierten Namen einen längeren Zusatz gehabt haben, als ihn die Ramseszeilen aufweisen. Das letztere ist in der Tat der Fall, und auch, daß die vier Namen dagewesen sind, ist klar, denn auf den Rest des ersten Namens folgt noch (wie bei Süds. II) unverkennbar der einleitende Titel des zweiten, κύριος διαδήματος, d. h. [Hieroglyphen].

Ich hebe dies ausdrücklich hervor, weil man versucht ist, diese Zeile der Mittelzeile von Flaminius IV gleichzusetzen, in der nicht Sethos, sondern Ramses II. der Nachwelt meldet, daß er den Obelisken vollendet hat: »seine Majestät hat dieses Denkmal schön gemacht für seinen Vater, damit er seinen Namen bleiben lasse im Hause des Re«. An den hier gebrauchten Ausdruck [Hieroglyphen] »dies Denkmal schön machen« erinnert nämlich auch die hier an der gleichen Stelle vorkommende Phrase συνετελεύτησεν ἔργον ἀγαθόν. Aber das ist, wie gesagt, wohl nur Zufall, denn der sonstige Befund paßt in keiner Weise zu einer solchen Annahme. Und zudem hat das συνετελεύτησεν ἔργον ἀγαθὸν Ἡλίου παῖς βασιλεὺς αἰωνόβιος auch auf den Sethoszeilen eine Phrase, der es gut entsprechen kann; es wird nämlich dem eigentümlichen Schlusse der Sethoszeilen des Flaminius entsprechen, dem [Hieroglyphen]

[1] Otfr. Müller vermutet [ὃς τῶν θε]ῶν

»er hat (es) gemacht, der Sohn des Re, Sethos, der vom Ptah geliebte«[1]. Dabei wird das βασιλεύς hier den Königsnamen selbst ersetzen; das αἰωνόβιος wird einem Schlußzusatze mit entsprechen.

Es bleibt noch der lange Zusatz zu erörtern, der zwischen diesem Ende der Zeile und den ersten vier Namen steht; es ist nicht leicht, sich darin zurechtzufinden, wenn auch die einzelnen Phrasen zum Teil kenntlich sind. Mit ἀνείκαστος weiß ich nichts anzufangen. Das Folgende hat Gelenius offenbar als »dem der Herr Ägyptens Statuen aufgestellt hat« verstehen wollen und dementsprechend geändert; es ist gewiß ὃς oder ὃς τῶν θεῶν zu lesen: »der Götterstatuen in diesem Königsschloß aufstellte«. Das ist die Wiedergabe einer Phrase wie »der die Götter in ihrer Gestalt im Schlosse bildete« (Flaminius IV 3); dabei ist die Übersetzung des mit βασιλεία wohl zu bemerken.

Das δεσπότης Αἰγύπτου weiß ich nicht unterzubringen, denn ein vereinzeltes paßt hier nicht hinein. Aber was dann folgt καὶ ἐκόσμησεν Ἡλίου πόλιν ὁμοίως καὶ αὐτὸν Ἥλιον δεσπότην οὐρανοῦ erinnert sogleich an einen Zusatz, der auf dem Flaminius II 2, und zwar ebenfalls in einer Sethoszeile steht: »der Heliopolis herrlich macht für seinen Insassen, und es reinigt für Re, seinen (der Stadt) Herrn«. Ich möchte glauben, daß das wirklich die flüchtige und unrichtige Wiedergabe eines solchen Satzes sein soll; statt wird der Übersetzer den gewöhnlichen Titel des Re zu sehen geglaubt haben.

Unbestimmte Seite III.

1. Horus: »der starke Stier, von der Wahrheit geliebt«	Ἀπόλλων· φιλαλήθης
Zusatz: Herr der Jubiläen, wie sein Vater Ptah-Tatenen	δεσπότης χρόνων καὶ Ἥφαιστος ὁ τῶν θεῶν πατήρ
4. Der König von Oberägypten und König von Unterägypten: »stark an Wahrheit ist (?) Re, erwählt von Re«	προέκρινεν διὰ τὸν Ἄρεα
5. Der Sohn des Re: »Ramses, geliebt von Amon«	βασιλεὺς παγχαρής
Zusatz: . . . . . ?	

[1] Diese Übersetzung ist nicht ohne Interesse, denn dieses ist dasselbe, was uns am Schluß der großen Widmungsinschriften quält: . . . .

4. Der Herr der beiden Länder: »stark an Wahrheit ist Re, erwählt von Re«	
5. Der Sohn des Re: »Ramses, geliebt von Amon«	Ἡλίου παῖς
Zusatz: von Re (?) geliebt.	καὶ ὑπὸ Ἡλίου φιλούμενος.

Auf den klar erhaltenen ersten Namen folgte offenbar das, was im Flaminius I 1, II 1 ebenso als Zusatz darauf folgt: »Herr der Jubiläen, wie sein Vater Ptah Tatenen«, eine Phrase, die auch als erster Name Ramses' II vorkommt. Es wird demnach zu lesen sein: δεσπότης χρόνων [ὁμοίως] καὶ Ἥφαιστος ὁ τῶν θεῶν πατήρ. Es ist dasselbe, was die Inschrift von Rosette mit κύριος τριακονταετηρίδων καθάπερ ὁ Ἥφαιστος ὁ μέγας wiedergibt; das ist wörtlich übersetzt, während unsere Übersetzung den Griechen den Sinn verständlicher macht.

Hinter den Resten des Namens 4 (προέκρινεν διὰ τὸν Ἄρεα vgl. oben S. 253) folgt ein rätselhaftes βασιλεὺς παγχαρής, gerade da, wo Süds. I βασιλεὺς Ῥαμέστης steht. Ich möchte glauben, daß auch hier so zu lesen ist; Gelenius wird eine Entstellung des Namens in ein ihm verständliches Wort verbessert haben.

Dann ist alles fortgelassen oder fortgefallen bis auf das Ἡλίου παῖς, d. h. das des fünften Namens und einen Endzusatz, den gewiß erst Gelenius mit einem καὶ angeknüpft hat.

Ostseite I.

1. Horus: »der starke Stier, der Sohn des Atum (?)«	Ἀπόλλων· κρατερός, Ἥρωνος υἱός
Zusatz: aufgezogen von Re (?), ... von den Göttern	ὃν Ἥλιος ἀγώγησεν, ὃν οἱ θεοὶ ἐτίμησαν
4. Der König von Oberägypten und Unterägypten: »stark an Wahrheit ist Re, erwählt von Re«	ὁ πάσης γῆς βασιλεύων, ὃν Ἥλιος προέκρινεν, ὁ ἄλκιμος διὰ τὸν Ἄρεα
5. Der Sohn des Re: »Ramses, geliebt von Amon«	βασιλεύς, ὃν Ἄμμων φιλεῖ
Zusatz: ....?	
4. Der Herr der beiden Länder: »stark an Wahrheit ist Re, erwählt von Re«	καὶ ὁ παμφεγγὴς συγκρίνας αἰώνιον βασιλέα.
5. Der Sohn des Re: »Ramses, geliebt von Amon«	
Zusatz: ....?	

Es handelt sich, wie das Ἥρωνος υἱός zeigt, wieder um eine dritte Zeile, die der Übersetzer aber als erste der Seite gerechnet hat; er schreitet eben weiter um den Obelisken herum und kommt dabei, wie die Skizze auf S. 262 zeigt, in der Tat zu einer dritten Zeile.

Der Anfang des Textes ist hier leichter zu scheiden als sonst. Der erste Name liegt klar und vor dem gut erhaltenen vierten steht sogar noch das [hieroglyphs] als ὁ πάσης γῆς βασιλεύων. Zum fünften Namen gehört das βασιλεύς (statt βασιλεύς Ῥαμέστης) und das ὃν Ἄμμων φιλεῖ.

Das ὃν Ἥλιος ἠγάπησεν wird einem Ausdruck wie [hieroglyphs] »aufgezogen von seinem Vater Amon«[1], [hieroglyphs] »aufgezogen von Atum«[2], entsprechen. Dagegen sehe ich nicht, welche Phrase das ὃν οἱ θεοὶ ἐτίμησαν wiedergibt.

Die Worte am Schluß sind hoffnungslos verderbt; dem παμφεγγής begegneten wir schon oben Süds. III.

Die Beischriften der Bilder.

Wenden wir uns nun zu den kleinen Texten, in denen wir, wie oben (S. 252) bemerkt, die Beischriften der Reliefs des Obelisken zu sehen haben, so ergibt sich hier ein Unterschied gegenüber dem Flaminius. Auf diesem tragen die Reliefs der Seiten I—III die Namen Sethos' I. und nur die Seite IV, bei der auch die Mittelzeile von Ramses II. stammt, hat auch in den Reliefs dessen Namen. Auf unserm Obelisken ist das anders, denn sowohl auf der Südseite, als auch auf der Unbestimmten Seite ist der βασιλεύς Ῥαμέστης genannt[3].

Vor Südseite I.

Λέγει Ἥλιος βασιλεῖ Ῥαμέστῃ· δεδώρημαί σοι πᾶσαν οἰκουμένην[4] μετὰ χαρᾶς βασιλεύειν, ὃν Ἥλιος φιλεῖ.

Die Lesung, wie sie uns hier der Fuldensis im Gegensatz zu Gelenius gibt (vgl. S. 249), ist zweifellos richtig, denn wir haben offenbar eine der bekannten Götterreden, in denen dem Könige alles Gute zum Lohne überwiesen wird. Der Anfang wird ganz so gelautet haben wie auf den unteren Bildern des Flaminius (I, II, III) [hieroglyphs]

[1] Obelisk des Lateran, Ungarelli Taf. I.

[2] Obelisk von Konstantinopel, Urk. IV 587.

[3] Das kann einen sehr einfachen Grund haben: der Flaminius war bei Sethos' Tod auf drei Seiten ganz vollendet, bei dem Obelisken des Hermapion fehlten dagegen noch die Inschriften der Reliefs.

[4] Da er πάσης γῆς βασιλεύων sagt, wird man wohl auch hier den Genetiv herstellen müssen.

, »Es sagt Harachte, der große Gott: ich habe dir gegeben ....« Auffällig ist, daß in die Übersetzung dieser Stelle noch der Dativ βασιλεῖ Ῥαμέστῃ eingeschoben ist, was ganz gegen den Gebrauch dieser Formeln ist, denn der Königsname steht auf diesen Bildern immer nur isoliert als Überschrift zu dem opfernden König. Es ist das eine Freiheit des Übersetzers, die sich einfach erklärt: er mußte den Namen hier einfügen, da der Satz sonst hier, wo ihm das erläuternde Bild fehlte, unverständlich gewesen wäre. Ebenso verfährt er auch unten (S. 268).

Sehr interessant ist, daß das hier und im folgenden dreimal mit dem Perfektum δεδώρημαι wiedergegeben ist: es zeigt, daß auch in diesen Formeln die *n*-Form des Verbums die abgeschlossene Handlung bezeichnet. Der Gott gibt dem Könige nicht erst jetzt und in Zukunft seine Gaben, er hat ihn bereits damit ausgestattet, als er ihn schuf.

Was der Gott dem König gegeben hat: πᾶσαν οἰκουμένην μετὰ χαρᾶς βασιλεύειν gibt klar einen Satz wieder wie: »ich habe dir Jahre gegeben bis zur Ewigkeit und das Königtum der beiden Länder in Freude«[1], »ich habe dir das Königtum der beiden Länder und die Jahre des Horus in Freude gegeben«[2] und »ich habe dir ein großes Königtum in Freude gegeben«[3]. Die »beiden Länder« werden dem Übersetzer also wieder (wie S. 256 unten) zur »ganzen Welt«.

Das noch übrige ὃν Ἥλιος φιλεῖ wird bei dem Königsnamen gestanden haben, den der Übersetzer in die Götterrede eingeschaltet hat.

Nach Unbestimmte Seite I.

Das δεσπότης οἰκουμένης Ῥαμέστης αἰωνόβιος ist die Beischrift der Königsfigur (vgl. oben S. 262).

Vor Unbestimmte Seite II.

Ἥλιος, θεὸς μέγας, δεσπότης οὐρανοῦ· δεδώρημαί σοι βίον ἀπρόσκορον.

Wieder eine Götterrede, bei der aber das λέγει nicht gesetzt ist, so wie in den Beischriften auf den obersten Bildern des Flaminius:

[1] Urk. IV, 570 G.

[2] Luxor, Kolonnade des Haremheb.

[3] Karnak, Chonstempel, Relief Ramses' XII.



Die Titel des Sonnengottes θεὸς μέγας, δεσπότης οὐρανοῦ geben genau das übliche wieder.

Die Rede selbst δεδώρημαί σοι βίον ἀπρόσκορον entspricht gewiß dem üblichen , »ich habe dir Leben und *wš* gegeben«. Auf Grund dieser Übersetzung nehme ich an, daß das uns so unendlich oft begegnende *wš* etwas wie »Genuß« bezeichnet; ein wird »Leben und Genuß« sein, ein Leben, das immer Genuß bietet, eben ein βίος ἀπρόσκορος. Dazu paßt der sonstige Gebrauch von vortrefflich.

Vor Unbestimmte Seite III.

Ἥλιος, θεός, δεσπότης οὐρανοῦ, Ῥαμέστῃ βασιλεῖ· δεδώρημαι τὸ κράτος καὶ τὴν κατὰ πάντων ἐξουσίαν.

Die Einleitung der Götterrede wie bei der vorigen; wenn der Gott hier nur θεός heißt statt θ. μέγας, so ist das natürlich ein Fehler. Den Namen des Königs hat der Übersetzer ebenso wie oben S. 267 in die Rede eingefügt.

Die Worte des Gottes δεδώρημαί [σοι] τὸ κράτος καὶ τὴν κατὰ πάντων ἐξουσίαν entsprechen gewiß einer der häufigen Formeln wie »ich habe dir Kraft und Sieg (eigentlich Stärke) gegeben«, wobei dem *ḳnt* und *nḫt* meist noch ein zugefügt wird, so daß der Gott wörtlich »jede Kraft und jeden Sieg« verleiht. Man könnte denken, daß das κατὰ πάντων diesen Zusatz wiedergeben soll, der in der Tat zuweilen nur bei dem zweiten Gliede, dem *nḫt* steht[1], wahrscheinlicher ist mir aber, daß Hermapions Text so lautete, wie auf einem Bilde der gleichen Zeit in Abydos zu lesen steht: »ich habe dir Kraft und Stärke gegen jedes Land gegeben«[2]. Eine ähnliche Stelle hat »gegen alle Länder«[3].

[1] Mission XV pl. 21, 74; LD III 151 a.
[2] Mar. Abyd. I Append. B, Tabl. 20 D.
[3] Luxor, Kammer V (Amenophis III.).

Vor Ostseite I.

ὁ ἀφ' Ἡλίου πόλεως, μέγας θεὸς ἐνουράνιος.

Man darf diese Bezeichnung des Sonnengottes nicht als »der große himmlische Gott von Heliopolis« fassen. Vielmehr ist μέγας θεὸς ἐνουράνιος wieder die Übersetzung des gewöhnlichen Epitheton [hieroglyphs] und ὁ ἀφ' Ἡλίου πόλεως entspricht genau dem von Sethe erkannten Beiwort [hieroglyphs] »Heliopolitaner[1]«, das der Atum trägt; davor wird [hieroglyphs] »Atum, der Herr der beiden Ägypten« ausgefallen sein.

Verhältnis zum Flaminius.

Und nun können wir endlich die Frage beantworten, die wir oben (S. 249) unentschieden ließen, ob unser Obelisk wirklich, wie man es annimmt, der Flaminius selbst ist, oder nur ein Seitenstück desselben, das einen ähnlichen Wortlaut hatte.

Die auffallendste Ähnlichkeit zwischen beiden bietet sich zwischen der Südseite unseres Obelisken und Seite III des Flaminius. Hier sind beiden gemeinsam:

in Zeile 1: an gleicher Stelle [hieroglyphs] θεογέννητος κτιστὴς τῆς οἰκουμένης;

in Zeile 2: die beiden ersten Namen: [hieroglyphs] ὁ ἑστὼς ἐπ' ἀληθείας und [hieroglyphs] τὴν Αἴγυπτον [φυλάξας]; auch das [hieroglyphs] [hieroglyphs] kann an das an gleicher Stelle stehende ὁ ἀγλαοποιήσας Ἡλίου πόλιν erinnern;

in Zeile 3: den zweiten Zusatz [hieroglyphs] πληρώσας τὸν νεὼν τοῦ φοίνικος ἀγαθῶν.

Aber über diese Punkte geht es auch bei diesen Seiten nicht hinaus und alles andere stimmt nicht. Man vergleiche:

in Zeile 1: φιλαλήθης υἱὸς Ἥρωνος statt »geliebt von Re«; ᾧ πᾶσα ὑποτέτακται ἡ γῆ μετὰ ἀλκῆς καὶ θάρσους statt »groß an Namen in jedem Lande wegen der Größe seiner Siege«;

in Zeile 2: ὁ ἀγλαοποιήσας Ἡλίου πόλιν καὶ κτίσας τὴν λοιπὴν οἰκουμένην καὶ πολυτιμήσας τοὺς ἐν Ἡλίου πόλει θεοὺς ἀνιδρυμένους statt »trefflich an Denkmälern in Heliopolis, dem ewigen Sitze, ähnlich den vier Pfeilern des Himmels, bleibend und dauernd bei dem Heiligtume des Re, indem die neun Götter über sein Tun zu-

---

[1] Die volle Schreibung [hieroglyphs] kennen wir aus den Pyr.

frieden sind«. Ferner: ὃν Ἥλιος φιλεῖ statt »geliebt von den Seelen von Heliopolis«;

in Zeile 3: Ἡλίου παῖς statt »Sohn des Seth«.

Mit der Unbestimmten Seite des Hermapion berührt sich S. II des Flaminius, wenn man, wie das ja nach dem S. 262, 266 Bemerkten auch richtig ist, die Zeilen in umgekehrter Richtung miteinander vergleicht. Dann hat man:

in Zeile 1 des Flaminius und Zeile 3 des Hermapion: φιλαλήθης; δεσπότης χρόνων [ὁμοίως] καὶ Ἥφαιστος ὁ τῶν θεῶν πατήρ;

in Zeile 2: erinnert an ἐκόσμησεν Ἡλίου πόλιν ὁμοίως καὶ αὐτὸν Ἥλιον δεσπότην οὐρανοῦ.

in Zeile 3 des Flaminius und Zeile 1 des Hermapion: »Sohn des Ptah Tenen« υἱὸς Ἥρωνος: als erster Zusatz, ὃς ἐφύλαξεν Αἴγυπτον τοὺς ἀλλοεθνεῖς νικήσας als zweiter Zusatz.

Aber auch dieser Ähnlichkeit stehen wieder Differenzen gegenüber:

in Zeile 1/3: »mit Leben beschenkt« statt ὑπὸ Ἡλίου φιλούμενος;

in Zeile 2: ᾧ ἀνδριάντας ἀνέθηκεν ἐν τῇδε τῇ βασιλείᾳ fehlt, dafür geht der Zusatz so weiter: »die Herren von Himmel und Erde freuen sich, indem seine Belohnungen verdoppelt sind wegen dessen, was er tut«;

in Zeile 3/1: »mit Leben beschenkt wie Re« statt ὃν Ἥλιος φιλεῖ, ᾧ πολὺν χρόνον ζωῆς ἐδωρήσαντο θεοί.

Von der einen Zeile der Ostseite kann man erst recht nur sagen, daß sie auf dem Flaminius nicht vorkommt; ihre charakteristische Stelle ὃν Ἥλιος ἠγώγησεν, ὃν οἱ θεοὶ ἐτίμησαν hat auf ihm nichts Ähnliches.

Und vollends bei den Beischriften der Reliefs ist zwar das äußere Schema das gleiche wie auf dem Flaminius, aber sonst ist ihnen nichts gemeinsam, was irgendwie charakteristisch wäre. Und überdies nennen sie, wie wir gesehen haben, durchweg den Ramses, während die Bilder des Flaminius den Sethos nennen.

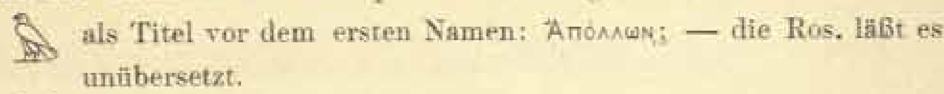
Somit ergibt sich als sicheres Resultat, daß Hermapions Obelisk nicht der Flaminius ist; es ist ein anderer Obelisk des Sethos und Ramses aus Heliopolis, und es beruht nur auf einer alten Verwechslung, wenn Ammian oder sein Gewährsmann ihn für identisch mit dem von Augustus errichteten Obelisken hält[1].

---

[1] Champollion war auch schon zu dieser Ansicht gekommen; der Hauptgrund, den er für sie anführte (Précis S. 134), kann freilich heut nicht mehr gelten.

Charakter der Übersetzung.

Es ist nicht ohne Interesse zusammenzustellen, wie Hermapions Text die einzelnen alten Titel und Phrasen wiedergibt, denn gerade in diesen Dingen bedürfen ja unsere Kenntnisse noch vielfach der Bestätigung oder Berichtigung. Ich füge die Übertragungen der Rosettana und der Titulatur des Philopator[1] zum Vergleiche bei.



als Titel vor dem ersten Namen: Ἀπόλλων; — die Ros. läßt es unübersetzt.

δεσπότης διαδήματος (Süds. II), κύριος διαδήματος (Unbest. II); — Ros. und Philop.: κύριος βασιλειῶν, was genauer ist.

βασιλεὺς οἰκουμένης (Unbest. I), ὁ πάσης γῆς βασιλεύων (Osts. I); — Ros. und Philop. richtiger μέγας βασιλεὺς τῶν τε ἄνω καὶ τῶν κάτω χωρῶν.

Ἡλίου παῖς (Unbest. II. III), βασιλεὺς (Süds. I, zweimal); — Ros. υἱὸς τοῦ Ἡλίου.

δεσπότης οἰκουμένης (Beischr. nach Unbest. I); — die Ros. gibt »die beiden Länder« richtiger mit ἡ Αἴγυπτος wieder.

ἀνὰ πᾶσαν οἰκουμένην βασιλεύειν (Beischr. vor Süds. 1).

ὃν . . . προέκρινεν (Süds. I. III); — Ros. und Philop. ὃν . . . ἐδοκίμασεν.

δεσπότης χρόνων (Unbest. III); — Ros. und Philop. genauer κύριος τριακονταετηρίδων.

Ἥφαιστος ὁ τῶν θεῶν πατήρ (Unbest. III); — Ros. und Philop. Ἥφαιστος ὁ μέγας.

ἄλκιμος.

κρατερός.

ᾧ οἱ θεοὶ ζωῆς χρόνον ἐδωρήσαντο (Süds. III); ᾧ πολὺν χρόνον ζωῆς ἐδωρήσαντο θεοί (Unbest. I); αἰωνόβιος (Süds. I; Unbest. II).

βίος ἀπρόσκορος (Beischr. vor Unbest. II).

θεογέννητος (Süds. I), unrichtig, vgl. S. 256.

κτιστὴς τῆς οἰκουμένης (ib).

[1] Wilcken, Grundzüge und Chrestomathie der Papyruskunde, S. 138 (nach einem Münchener Papyrus); Spiegelberg, Catalogue Général du musée du Caire, Demotische Inschriften S. 14 ff. (nach einem Dekret).

φιλαλήθης (ib.), unrichtig, vgl. S. 256.

ἑστὼς ἐπί τινος (Süds. II), unrichtig, vgl. S. 258.

οὐ τα ἀγαθὰ . . . διαμένει (Süds. III).

νικήσας (Unbest. I).

ὃς ἐφύλαξεν (Unbest. I).

πληρώσας (Süds. III).

ἀγαθά (Süds. III).

μετα χαρᾶς (Beischr. vor Süds. I).

ᾧ ὑποτέτακται (Süds. I).

μετὰ ἀλκῆς καὶ θάρσους (Süds. I).

τὸ κράτος καὶ τὴν ἐξουσίαν (Beischr. vor Unbest. III).

δεδώρημαί σοι (Beischr. vor Süds. I, vor Unbest. II).

δεσπότης οὐρανοῦ (Beischr. vor Unbest. II), ἐνουράνιος (Beischr. vor Osts. I).

μέγας θεός (ib.).

ὁ νέως τοῦ φοίνικος (Süds. III).

als Götterbeiname ὁ ἀφ' Ἡλίου πόλεως (ib.).

ἐν παντὶ καιρῷ (Süds. III).

Man sieht, es ist das keine sorgsame Übersetzung, wie es die ältere der Rosettana war, sondern ein flüchtiges Machwerk, dessen Autor sich schon am ungefähren Sinn genügen läßt und der für die Feinheiten der theoretischen beiden Königreiche und der dreißigjährigen Jubiläen nicht mehr das nötige Verständnis oder den nötigen Respekt besitzt.

Bedenkt man dann weiter, was in dieser Übersetzung alles[1] fortgelassen ist und wie auch das ohne Konsequenz geschehen ist, so

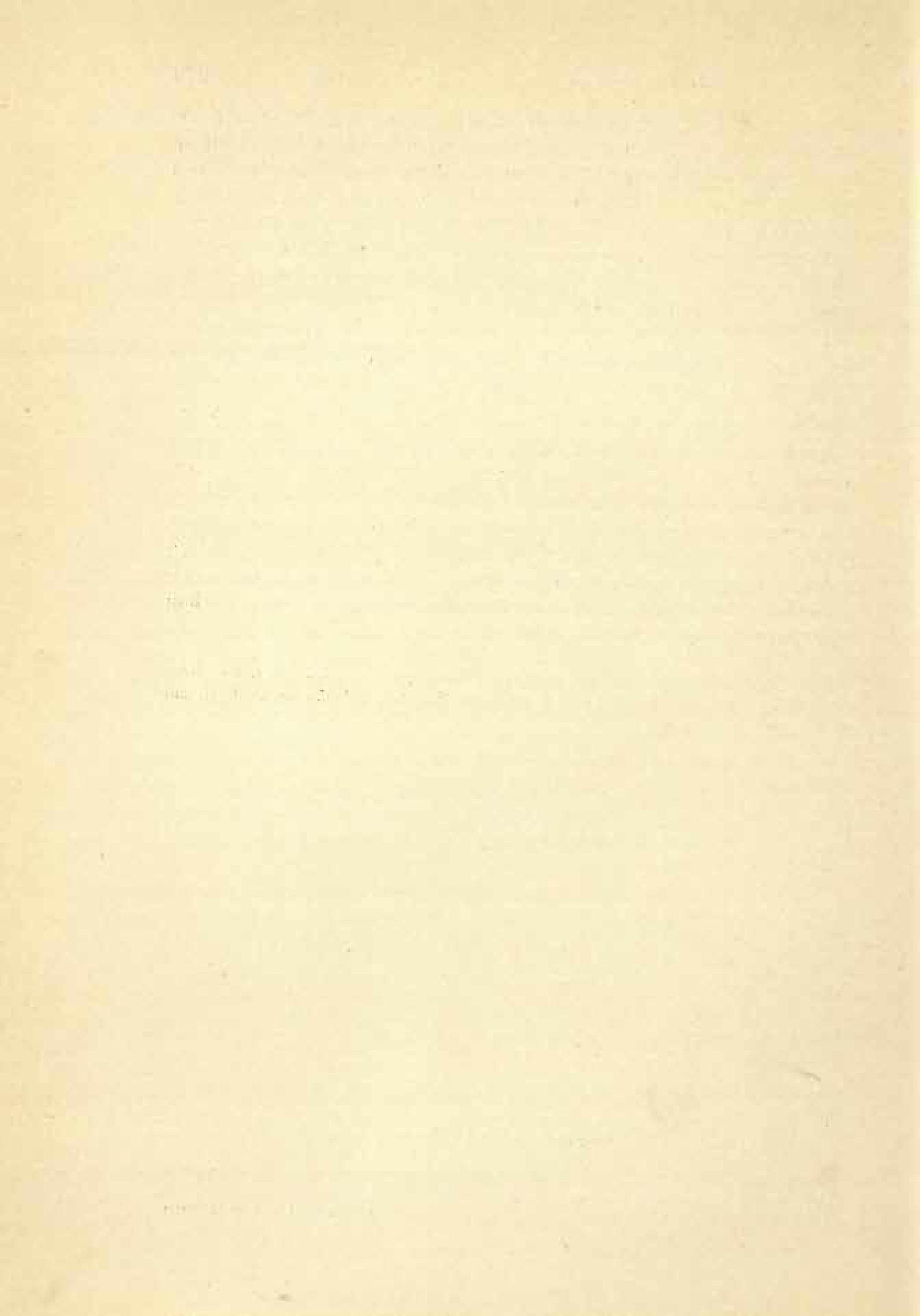
[1] Insbesondere sind die eigentlichen Königsnamen übergangen oder abgekürzt. Nur bei dem ersten Namen hat der Übersetzer das Ἀπόλλων κραταιός nie fortgelassen, wohl weil es eben der Anfang der Zeilen war; ebenso bewahrt er ja auch meist den Zusatz, der das Ende der Zeilen bildet.

gewinnt man wirklich den Eindruck, daß jemand aus den langen Inschriften leichthin dies und jenes herausgenommen hat, was auch einem Nichtägypter verständlich sein konnte. Hermapion mag etwa einen Priester, der noch leidlich der alten Schrift kundig war, angesichts des Obelisken gebeten haben, ihm dessen Inschriften zu übersetzen, und der wird dabei so verfahren sein, wie es einem Laien gegenüber natürlich war. Er hat fortgelassen, was sich wiederholte oder was seinem Hörer nicht ohne längere Erklärung verständlich sein konnte, und auch bei dem, was er gab, hat er mehr nach Verständlichkeit als nach Genauigkeit getrachtet. Was lag auch daran, ob hier die Königsnamen des Ramses sechzehnmal in extenso übersetzt waren oder nicht? und was verschlug es, ob das bald durch »von den Göttern mit Leben beschenkt« wiedergegeben war und bald mit »ewig lebend«? Und wenn Hermapion dann diese Phrasen seinerseits noch etwas zustutzte[1], weil er dachte, er habe sich verhört oder verschrieben, und wenn ihm die Beischriften der Bilder, die ihm sein Mann zwischen den Längszeilen diktierte, noch dazu an falsche Stellen gerieten, so konnte schon etwas entstehen, das auch ohne die handschriftliche Verderbnis und ohne die Zurechtmachung des Gelenius schon übel genug war.

[1] Man könnte wohl denken, daß die Ersetzung der ⲁⲗⲏⲑⲉⲓⲁ durch den Ἄⲣⲏⲥ (oben S. 257) von ihm herrührte; mit Ἄⲣⲏⲥ war ihm der Gedanke verständlich, mit ⲁⲗⲏⲑⲉⲓⲁ war er es nicht.

Ausgegeben am 19. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1914.
X.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

19. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Schuchhardt las: Über den altmittelländischen Palast.

In Malta stehen eine Reihe grosser Bauten aufrecht, die ein einfaches Oval oder auch zwei und drei solcher hinter einander darstellen. Ein kleines Hausmodell von Melos aus der vorhellenischen Zeit zeigt, dass jedes solche Oval aus der Koppelung von zwei Rundhütten mit dazwischen gelegtem Hofe entstanden ist. Die reichere Koppelung, die eine Reihe von Räumen hufeisenförmig um einen offenen Hof legt, ist der Typus des vornehmen südlichen Wohnhauses geworden, das sich nach Aegypten, Kleinasien, Etrurien hin verbreitet hat und in völligem Gegensatz steht zu dem Megaronhause von Mittel- und Nordeuropa.

2. Hr. Harnack überreichte eine Mittheilung: Über Tertullian's Bibliothek christlicher Schriften.

Eine Untersuchung über Tertullian's Bibliothek christlicher Schriften beantwortet zugleich die Frage, mit welchem Kapitale griechisch-christlicher Überlieferung die lateinisch-christliche Litteratur begonnen hat. Sie führt zu dem Ergebniss, dass dieses Kapital sehr gross war, aber dem Tertullian allein angehört und nach ihm anderthalb Jahrhunderte hindurch nicht nur keine Vermehrung erfahren hat, sondern auch, abgesehen von der Bibel, nahezu unbenutzt geblieben ist.

3. Hr. Frobenius legte eine Arbeit vor: Über das quadratische Reciprocitätsgesetz.

Durch Zusammensetzen von zwei asymmetrischen Figuren zu einer symmetrischen wird das Reciprocitätsgesetz bewiesen.

4. Die HH. Struve und Sachau legten eine Untersuchung des Assistenten an der Strassburger Sternwarte, Hrn. Dr. B. Cohn: Die Anfangsepoche des jüdischen Kalenders vor.

Der Verfasser beweist mit Hülfe einer litterarischen Überlieferung über den Zeitpunkt der Erschaffung des Menschen und einer Sonnenfinsterniss vom 6. Juni 344 n. Chr., dass die Begründung der jüdischen Weltschöpfungsära im Jahre 346 n. Chr. stattgefunden hat.

5. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff in der Sitzung der philosophisch-historischen

Classe vom 12. Februar vorgelegten Mittheilung von Dr. Hans Wegehaupt in Hamburg: Der Florentiner Plutarchpalimpsest in die Abhandlungen des Jahres 1914.

Es ist gelungen, den Plutarchtext, der unter dem Florentiner Diogenes Laertius steht (Pluteus 69, 13), so weit zu entziffern, dass der Bestand der alten Handschrift und die Qualität ihres Textes sichergestellt sind, ja, es ist gelungen, von einigen Seiten photographische Aufnahmen zu machen, auf welchen die alte Schrift lesbar ist.

6. Hr. Conze überreichte die Einzelausgabe der Karten von Pergamon und Umgebung des Hrn. Otto Berlet (Georg Reimers Verlag).

7. Vorgelegt wurden ferner ein neu erschienener Theil der Inscriptiones Graecae: Vol. XI, Fasc. 4 mit Inschriften von Delos, bearbeitet unter der Leitung der Académie des Inscriptions et Belles-Lettres zu Paris von Pierre Roussel (Berolini 1914) und ein weiterer Band der Euler-Ausgabe der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft: Ser. I, Vol. 12. Institutiones calculi integralis ed. F. Engel et L. Schlesinger. Vol. 2 (Lipsiae et Berolini 1914).

8. Die Akademie hat zu wissenschaftlichen Unternehmungen durch die physikalisch-mathematische Classe bewilligt: Hrn. Prof. Dr. Max Bodenstein in Hannover zu photochemischen Versuchen 3000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Otto Eggert in Danzig zur Herausgabe einer Tafel der numerischen Werthe der trigonometrischen Functionen 1000 Mark; Hrn. Dr. Erwin Finlay Freundlich in Berlin-Babelsberg zur instrumentalen Ausrüstung einer astronomischen Expedition nach der Krim 2000 Mark; Hrn. Dr. Robert Hartmeyer in Berlin zu Studien über die Systematik der Ascidien 500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Ernst Hertel in Strassburg i. E. zu Arbeiten auf dem Gebiete der Lichtbiologie 2000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Otto Kalischer in Berlin zur Fortsetzung seiner Versuche betreffend die Hirnfunction 800 Mark; Hrn. Privatdocenten Dr. Gerhard Kautzsch in Kiel zu Studien über die Entwickelung der Ascidien 800 Mark; Frl. Dr. Olga Kuttner in Halle a. S. zu biologischen Untersuchungen tropischer Cladoceren auf Java 3000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Jean Peters in Berlin-Lichterfelde zur Berechnung von Coordinatentafeln 360 Mark.

9. Die Akademie hat ferner aus dem Fonds der epigraphisch-numismatischen Commission Hrn. Generalleutnant Dr. Max von Bahrfeldt in Hildesheim zur Förderung seiner Arbeiten über die Kupfermünzprägung unter der römischen Republik 600 Mark bewilligt.

Die Akademie hat den Professor Dr. Franz Brentano in Florenz und den Professor an der Universität Göttingen Geheimen Regierungsrath Dr. Georg Elias Müller zu correspondirenden Mitgliedern ihrer philosophisch-historischen Classe gewählt.

Der altmittelländische Palast.

Von Carl Schuchhardt.

Ein achttägiger Aufenthalt in Malta im Oktober vorigen Jahres, der durch eine sehr dankenswerte Zuschrift unseres dortigen deutschen Konsuls, des Freiherrn von Tucher, an die Akademie veranlaßt war, hat mir einige für die Kulturentwicklung im altmittelländischen Kreise überraschende Aufklärungen gebracht. Eine davon, die sich heute schon leidlich abrunden läßt, möchte ich hier vorlegen.

Es stehen in Malta und der Nachbarinsel Gozo eine Reihe großer Bauten aufrecht, die man nach ihrer Grundrißform Apsidenbauten zu nennen pflegt und allgemein für phönikische Tempel hält[1], und zwar vermeintlich als offene Einhegungen. Der imposanteste und die typische Form am reinsten bietende Bau ist die Gigantia auf Gozo; eng verwandt, wenn auch durch Umbauten etwas entstellt, sind Hagiar Kim und Mnaidra an der Südküste von Malta, 11 km von Valetta. Die Gigantia ist schon 1827 ausgegraben worden, Hagiar Kim und Mnaidra 1839 und 1840. Genaue Fundberichte sind nicht vorhanden; von den Funden lassen sich heute nur noch wenige, wie mehrere sitzende Steinfiguren und ein kleiner Altar von Hagiar Kim, eine Steinsäule von der Gigantia, identifizieren. Sie bieten aber keinen Anhalt zur Datierung. Um Gefäßscherben hat man sich offenbar überhaupt nicht gekümmert. So blieb es bei den phönikischen Tempeln, wie man im Mittelmeere alles Vorhellenische für phönikisch und in der Prähistorie überhaupt alles Verwunderliche für heilig zu halten stets nur allzu geneigt war.

Auch als erfahrene Besucher, wie A. J. Evans, in Malta Zusammenhänge mit kretisch-mykenischer Kultur erkannt hatten, änderte sich an der Bestimmung und Datierung nicht viel; die Bauten sollten eben von jener Kultur beeinflußt sein und damit der spätmykenischen oder nachmykenischen Zeit angehören[2].

Ja, selbst als neue Ausgrabungen in den bekannten und ähnlichen Monumenten lauter keramische Typen der Stein- und Bronze-

[1] So auch Perrot und Chipiez, Historie de l'art III, S. 292 ff.

[2] A. J. Evans im Journ. of Hell. Studies 1901, S. 101 ff.

zeit zutage förderten, blieb man bei der alten Auffassung: die zurückgebliebene Kultur der einsamen kleinen Inseln, so meinte man, »habe bis tief in die mykenische Zeit hinein noch ihren halbneolithischen Charakter bewahrt«[1].

Diese Auffassung ist durchaus unhaltbar. Im Jahre 1902 ist man vor den Toren von Valetta im Dorfe Hal Saflieni beim Bohren eines Brunnenschachtes auf eine große unterirdische Grabanlage gestoßen, die bei ihrer langsamen und bis heute noch nicht ganz beendigten Ausräumung eine Fülle von Aufklärung geliefert hat[2]. Die ganz aus dem Felsen gehauene Anlage ahmt durchaus jene oberirdischen Apsidenbauten nach. Um hofartige Räume gruppieren sich einzelne Kammern; die Portale, Nischen, Decken suchen die Architektur jener oberirdischen Bauten darzustellen; die gemalten Verzierungen an Decken und Wänden entsprechen den skulptierten dort. Hier unter der Erde war nun alles in unberührtem Zustande erhalten. Die Kammern waren über 1 m hoch angefüllt mit Bestattungen, aus denen eine Reihe schön langköpfiger Schädel geborgen wurden, dazu viel Keramik, kleine Steingeräte und Tonfiguren. Kein Stück Metall ist aus all den Räumen zutage gekommen. Den besten Anhalt zur Datierung bietet die Keramik, und zwar nach dem Maßstab, den die feste Stufenfolge der benachbarten sizilischen Kultur nach den 24jährigen musterhaften Beobachtungen Orsis an die Hand gibt. In Sizilien ist die unterste Stufe, die nach den Gräbern von Stentinello und Matrensa, oder auch die sikanische Periode genannt wird, noch rein steinzeitlich. Sie führt grauschwarze Keramik, die eingekratzte oder eingestempelte kleine Ornamentmuster mit weißer Inkrustierung hat. Auf sie folgen die verschiedenen »sikulischen Perioden« Orsis, die erste mit bemalter Keramik nordischen Korbflechtstils, umfaßt die früheste vollentwickelte Bronzezeit; sie ist mit Troja II verbunden durch die merkwürdigen nur an diesen beiden Fundplätzen aufgetretenen Knochenplatten mit Buckeln. Die II. Sikulische Periode, die wieder mehr auf einheimische Elemente zurückgeht, enthält zahlreichen Import von mykenischen Vasen und ist etwa vom 15.—11. Jahrhundert anzusetzen; die III. Sikulische Periode enthält Import von Vasen des Dipylonstils und gehört in die Zeit des 11.—9. Jahrhunderts.

---

[1] A. Mayr, Ethn. Zeitschr. 1908, S. 540. — Derselbe, Die Insel Malta, 1909, S. 65.

[2] Es liegen zwei als Broschüren erschienene Berichte vor: Zammit, The Hal Saflieni prehistoric hypogeum, Malta 1910, und Zammit, Peet, Bradley, The small objects and the human skulls found in the H. S. pr. hyp., Malta 1912. Sodann Tagliaferro, The prehistoric pottery found in the hyp. at H. S. (Annals of arch. and anthr. vol. III, Liverpool, June 1910, 21 Seiten mit 17 Tafeln), und Peet, Contributions to the study of the preh. period in Malta (Papers British School Rome V, 1910, S. 146—163. E. Peet, rough stone monuments and their builders, 1912.

In der Malta-Keramik lassen sich nun zwei Hauptstufen unterscheiden. Die erste, nach dem Fundort Bahria genannt, entspricht den Stentinello-Matrensa-Gefäßen, ist also noch stein- und kupferzeitlich. Die zweite ist von feinerer Art, dünnwandig, tief schwarz, fein poliert mit vielfach zart eingekratzten Verzierungen, die die Neigung zeigen, vom rein Linearen zum Pflanzlichen überzugehen, so daß z. B. die Spirale durch Knospen und Auswüchse zur Ranke wird. Auch spärliche bemalte Scherben der I. Sikulischen Periode sind dieser Gattung zuweilen beigemengt.

Diese feinere Keramik beherrscht die Fundmasse aus der großen Grabanlage von Hal Saflieni. Sie hat in Sizilien erst kürzlich Analogien gefunden, hauptsächlich in Gefäßen von Terranova. Sie gehört zwischen die Sikanische und die I. Sikulische Periode, also in den Übergang von der Stein- zur Bronzezeit. So hat kürzlich schon Peet, der ausgezeichnete Kenner der italischen Frühzeit, aus eigener Anschauung in Malta die Keramik bestimmt[1], und diese Bestimmung ist nach den sizilischen Parallelen durchaus gesichert. Die Folgerungen aber, die sich aus diesem hohen Hinaufrücken der Keramik für die Bauten ergeben, hat noch niemand gezogen. Und doch müssen die Bauten sich jetzt der Keramik fügen. Denn man hat in ihnen, angeregt durch den geschlossenen großen Fund von Hal Saflieni, alle Ecken, die noch irgend alten Schutt enthielten, ausgekratzt, hat auch in mehreren neuen aus dem Boden schauenden Ruinen gegraben und überall dieselben älteren Bahria- und jüngeren Hal-Saflieni-Scherben gefunden. Damit rücken aber alle diese in einem einheitlichen megalithischen Stile gehaltenen Bauten aus ihrer vermeintlichen spätmykenischen oder gar phönikischen Periode in die letzte Stein- und erste Bronzezeit hinauf, d. h. sie werden um rund tausend Jahre älter, sie gehören nicht in die Zeit um 1000, sondern in die um 2000 v. Chr. Und damit erscheinen die Beziehungen, die die Malta-Bauten zum übrigen Mittelmeere und insbesondere zur kretisch-mykenischen Kultur haben, natürlich auch in einem ganz neuen Lichte. Nur auf diese Beziehungen will ich hier heute näher eingehen und deshalb über die Bauten selbst, ohne öfter gegebene Beschreibungen zu wiederholen[2], nur sagen, was für den Grundriß, den Aufbau und die Zweckbestimmung nötig ist.

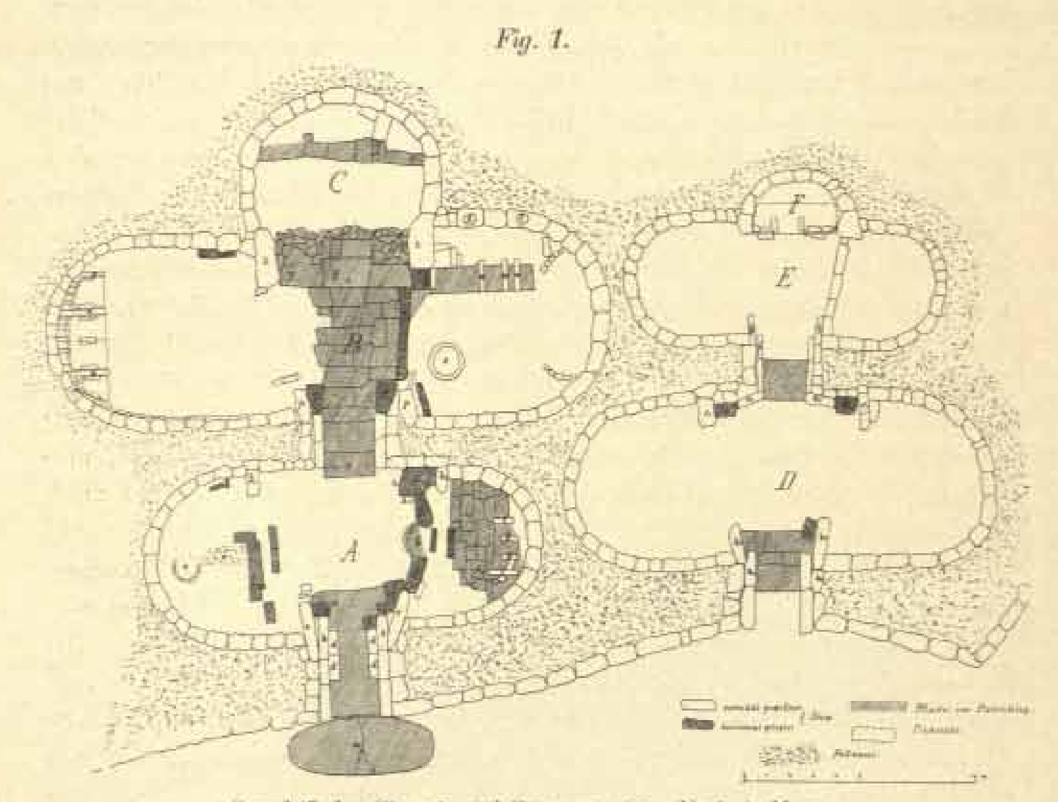
Die Gigantia auf Gozo bietet den reinsten Grundriß. Sie bildet im ganzen einen etwa viereckigen Baublock von rund 45 m Breite

[1] Papers Br. Sch. Rome V, 1910, S. 141 ff.

[2] A. Mayr, Die vorgesch. Denkmäler von Malta. München, Kgl. Bayr. Akad. 1901. — Derselbe, Die Insel Malta. München 1909. — Th. Ashby, Bradley, Peet, Tagliaferro, Excavations in 1908—1911 in various megalithic buildings in Malta and Gozo (Papers Br. Sch. Rome VI, S. 1—126, m. 28 Tafeln).

und 30 m Tiefe. Dieser Block ist in den ansteigenden Felshang so hineingeschoben, daß die Wände der rückwärtigen Räume 4 m hoch am ausgeschnittenen Felsen stehen und darüber erst frei gemauert sind. Den ganzen Baublock umzieht eine kolossale festungsartige Mauer, unter deren Steinen solche von 6 m Länge und 4 m Breite vorkommen. Dieser viereckige Baublock gliedert sich inwendig in zwei Raumgruppen. Jede von ihnen besteht aus zwei hintereinander

Fig. 1.



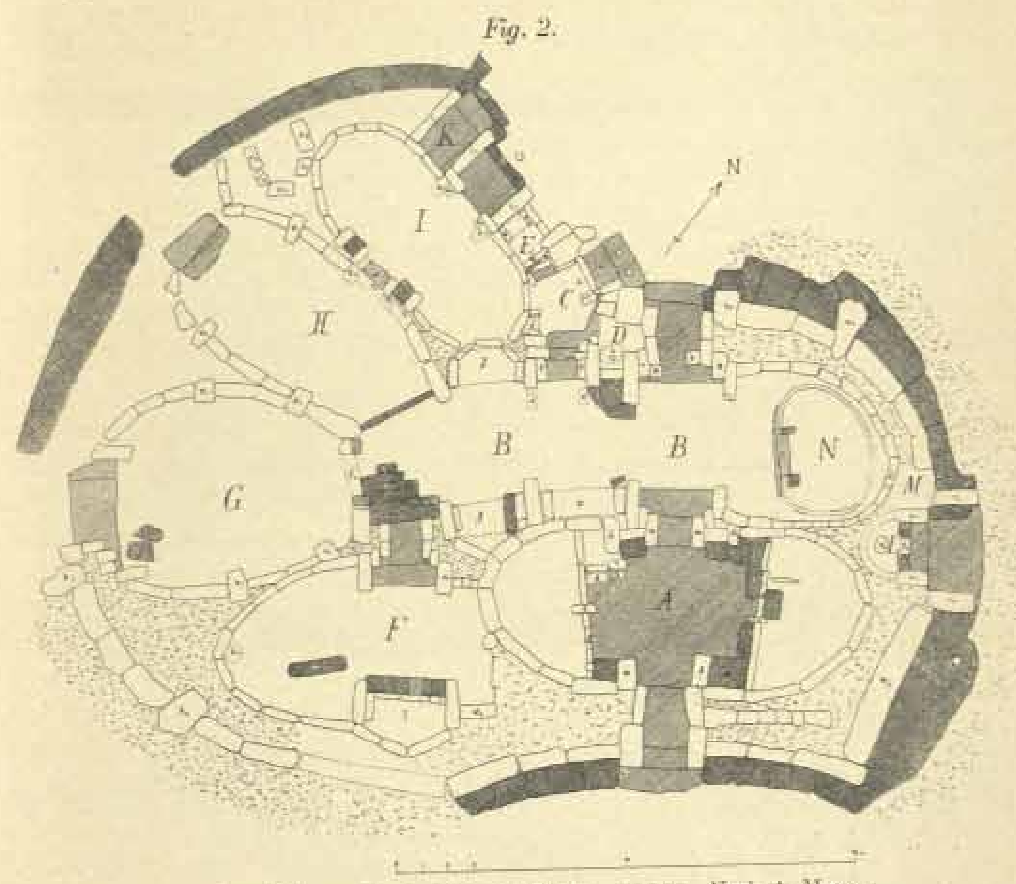
Grundriß der Gigantia auf Gozo. 1:400. Nach A. Mayr.

liegenden Querovalen und das zweite Oval hat jedesmal in der Mitte seiner Rückseite einen Apsiden-Ausbau (Fig. 1). Von außen her führt in das erste Oval jedesmal ein Torgang und ein ebensolcher von dem ersten in das zweite Oval.

Bei den einzelnen Ovalen ist mehrfach deutlich eine Teilung zu erkennen. Bei dem vorderen Oval *A* ist rechts eine hohe Stufe aus spiralverzierten Steinen erhalten, die das hintere Halbrund von dem Mittelraum abschneidet; dieser Mittelraum liegt damit um etwa 30 cm tiefer. Ebenso ist beim hinteren Oval *E* noch eine Schranke erhalten, die den Mittelraum von dem rechten Halbrund trennt. Im Mittelraum ist öfter gutes Pflaster erhalten.

Hagiar Kim steht heute als ein sehr komplizierter Bau vor uns (Fig. 2). Es scheint aber ursprünglich nur eine solche Raumgruppe enthalten zu haben, wie die Gigantia zwei hat. Später ist das hintere Queroval verändert dadurch, daß man seine linke Seite zu einem langen Hof ausreckte und um ihn noch vier weitere Ovale *F*, *G*, *H*, *I*

Fig. 2.



Grundriß von Hagiar Kim auf Malta. 1 : 333. Nach A. Mayr.

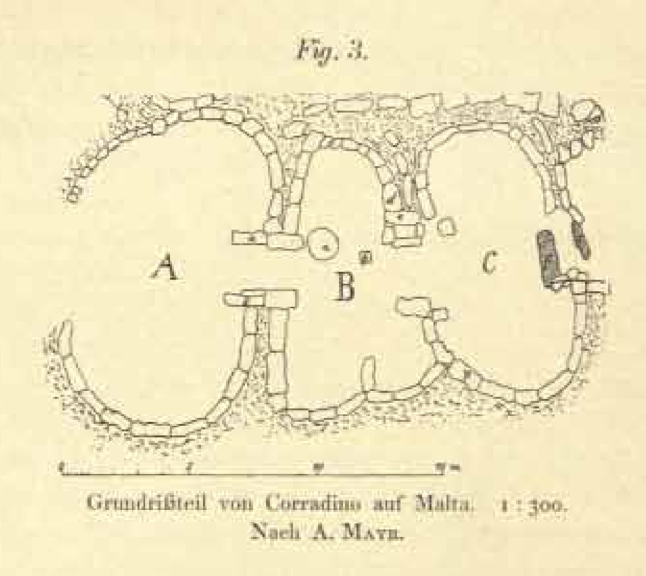
gruppierte. Sehr klar ist in dem vorderen Oval *A* der viereckige gepflasterte Mittelraum von den beiden halbrunden Apsiden links und rechts durch noch aufrechtstehende Schranken, die Türen haben, geschieden. Mehrfach finden sich in dieser ganzen Anlage an Stelle der weggeräumten oder durchbrochenen Wand kleine Kammern oder Nischen von dolmenartigem Aussehen (bei *B*: α β γ, *C*, *D*, *E*, ζ in *F*).

Über die Mnaidra, den dritten der wohlerhaltenen Bauten, nur 1 km von Hagiar Kim entfernt, will ich hier nicht näher handeln, um nicht zu viele Grundrisse abbilden zu müssen. Sie ähnelt sehr der Gigantia, indem sie zwei ebensolche Raumgruppen zu einem Baublock vereinigt, nur ist die linke Gruppe im hinteren Teile links um-

gebaut, und an verschiedenen Stellen beider Gruppen zeigen sich dieselben kleinen Räume oder Nischen wie bei Hagiar Kim.

In dem großen Baukomplex von Corradino, $\frac{1}{4}$ Stunde von Hal Saflieni entfernt, befindet sich auch einmal eine Anlage mit drei Querovalen hintereinander (Fig. 3).

Fig. 3.



Grundrißteil von Corradino auf Malta. 1 : 300.
Nach A. Mayr.

So viel über den Grundriß und nun einiges vom Aufbau.

Sehr überrascht war ich, in verschiedenen Apsiden der Malta-Bauten den Ansatz eines geradezu mykenischen Tholosgewölbes klar und schön erhalten zu sehen. Zu unterst stehen mannshohe Orthostaten ganz senkrecht, auf ihnen folgen Quaderschichten, jeder Stein an der Front so geschnitten, daß er nach oben zu stark vorspringt (Fig. 4). Ich habe an mehreren Stellen dieses Vorspringen gemessen, es ergab für drei Schichten einmal 45, ein anderes Mal 63 cm. Da die Basis der halbrunden Apsiden meist 5—6 m beträgt, so kann man einen solchen Raum mit den von beiden Seiten her vorspringenden Steinschichten schon in 12—15 Lagen überwölben.

In den älteren Teilen der Bauten findet sich der Quaderschnitt noch nicht, aber auch da kann man gelegentlich aus rohen Blöcken das Ansteigen des Gewölbes, und zwar gleich vom Boden an, deutlich erkennen. Es kann gar keine Rede davon sein, daß diese Bauten etwa nur die offenen Einhegungen heiliger Plätze gewesen wären. Diese Deutung verdanken sie ihrer Gleichstellung mit den Heiligtümern auf Zypern, die auf Münzbildern dargestellt sind (Paphos)[1].

---

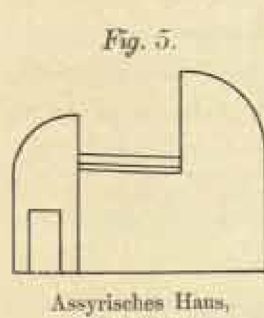
[1] Perrot-Chipiez III, S. 120. 266ff. 270.

Fig. 4.

Hagiar Kim. Westliche Apsisecke in Raum N.

Vielmehr ist bei jedem Oval die rechte und die linke Apsis mit einem Gewölbe in Gestalt einer Viertelkugel nach oben geschlossen gewesen. Die Schranken, die sich an der Basis der Apsiden mehrfach erhalten finden, sowie die tiefere Lage und die Pflasterung des zwischen ihnen verbleibenden Mittelraumes zeigen, daß dieser Raum ein offener Hof war. Ob die Schranken rechts und links an diesem Hofe, in denen die Türen ja mehrfach erhalten sind, ganz bis an den Scheitel des Gewölbes hinaufreichten oder ob ein Teil über ihnen offen blieb, vermag ich nach meinen für solche Einzelfragen noch nicht ausreichenden Beobachtungen nicht zu sagen. Auf jeden Fall mußte aber der Längsschnitt durch ein solches Oval mit beiderseits überwölbten Apsiden und dem dazwischenliegenden offenen Hofe dasselbe Bild ergeben, das uns auf assyrischen Reliefs geboten wird, wo in einer ummauerten Stadt ein König vor seinem in so merkwür-

Fig. 5.



Assyrisches Haus, Querschnitt. Nach PERROT-CHIPIEZ II, S. 343.

diger und bisher unverständlicher Form dargestellten Hause sitzt (Fig. 5)[1].

Was besonders zur Deutung der Malta-Bauten als Heiligtümer geführt hat, sind die in ihnen heute noch sehr auffallenden Kultnischen und die Kultgegenstände, die sich hier und da gefunden haben. Kommt man in der Gigantia, in Hagiar Kim und der Mnaidra von draußen in das erste Oval hinein, so sieht man geradeaus auf zwei große Nischen zu seiten des Durchgangs in den nächsten Raum (Fig. 6).

Fig. 6.



Mnaidra. Nischen in Raum A gegen B hin.

Gelegentlich stehen an solcher Stelle auch noch zwei wohlerhaltene Opfertische[2] ganz von der Form, wie sie nachher im kretisch-mykenischen Kreise so häufig sind (Fig. 7). In Hagiar Kim wurde im vorderen Raume *A* hinten links auch noch ein »Altar«[3] oder viel-

[1] Die Erlaubnis, Assyrien hier zum Vergleich heranzuziehen, vermitteln die Hettiter, die, an der Mittelmeerkultur stark beteiligt, mancherlei nach Mesopotamien übertragen haben, z. B. ihr Hilani (Sendschirli II, 1898. S. 188—191, Koldewey).

[2] Der eine, der umgefallen war, ist wiederaufgerichtet, beide Tische sind aber an sich wohlerhalten, und ihr Standort ist gesichert.

[3] Er ist heute im Valetta-Museum. Abgebildet bei A. Mayr, V. D. von Malta S. 666.

leicht richtiger gesagt der Untersatz für ein großes Gefäß gefunden vor einer Nische. Rechts (westlich) hat Hagiar Kim in der Außenmauer eine Nische (*L*), in der heute noch der Altar mit einem rundlichen Pfeiler als Kultobjekt dahinter aufrecht steht[1]. Solche Pfeiler sind auch sonst gefunden; einer liegt im Raume *F* von Hagiar Kim und soll ursprünglich in dessen linker Apsisecke gestanden haben, ein anderer, fein gearbeitet, oben zugespitzt, stammt aus der Gigantia

Fig. 7.



Hagiar Kim. Opfertische in Raum B vor C.

und ist oft abgebildet[2]. In dem vorderen Mittelraume *A* von Hagiar Kim sind die sieben etwa 30 cm hohen, behaglich sitzenden Steinfiguren gefunden, die ebenfalls allgemein bekannt sind[3].

Müssen nun wegen dieses Befundes die Malta-Bauten Heiligtümer sein? Altäre und Nischen finden sich auch in den Palästen auf Kreta. Die Nischen von Malta setzen sich, wie wir sehen werden, sogar in

[1] Abgebildet bei A. MAYR, V. D. von Malta, Taf. VI, 2.

[2] A. MAYR, V. D. von Malta, S. 649, Fig. 3. PERROT-CHIPIEZ III, S. 299.

[3] Abgebildet bei A. MAYR, V. D. von Malta, Taf. X, 2. Ähnliche aus Hal Saflieni bei A. MAYR, Die Insel Malta 1909, S. 46 ff.

den Privathäusern von Ägypten und Etrurien fort. Die in Hagiar Kim gefundenen sieben Sitzgestalten sehen gar nicht wie Götterfiguren aus, höchstens wie japanische Glücksgötter. Die Lösung scheint mir die Kultnische im Palaste von Knossos zu bringen[1]. Neben gehörnten



Fig. 8.

Mnaidra. Nische G von vorn. Vgl. A. Mayr, Plan II.

Platten mit dem Zeichen der Doppelaxt standen hier sogenannte »Idole«, Gestalten mit erhobenen Händen, also offenbar Anbetende. Götter brauchen aber doch nicht zu beten; die Betenden sind folglich keine Idole. Mir scheint, daß wir all diese Gestalten am ehesten als Ahnenbilder zu betrachten haben. In ihrer ganzen Behaglichkeit, wie sie im Jenseits glücklich sind, in ihrer Gottwohlgefälligkeit, wie sie zu den Himmlischen beten und ihnen opfern oder auch wie sie im Todesschlafe liegen (Hal Saflieni), stellt man die Vorfahren sich im Bilde dar.

[1] B. S. A. VIII 1901/02, S. 97. 99.

In den Nischen mit ganz niedrigem Sockel scheinen Pfeiler gestanden zu haben, die Nachfolger der westeuropäischen Menhirs, deren ursprüngliche Bedeutung sich sehr wohl auf eine Formel bringen läßt: sie sind immer Seelenthrone, nur bald für die Seele einer Gottheit, bald für die eines Verstorbenen. Davor wäre auf einem Untersatze, auf dem ein Gefäß stand, oder auf einem Tische geopfert worden, so wie es auf dem gemalten Sarkophag von Hagia Triada dargestellt ist[1].

Fig. 9.



Hagiar Kim. Ecke zwischen Haupteingang und Südwestapsis in Raum A.

Auf den vielen tischartigen Nischenbauten in Malta (Fig. 8) aber dürften neben den göttlichen Zeichen die Bilder der Ahnen anbetend oder beschaulich sich freuend gestanden haben. Solche Kulte finden wir in den Palästen von Knossos und Gurnia. Wir sehen in der ganzen auf Malta folgenden kretisch-mykenischen Kultur, daß es besondere Bauten für einen Götterkult überhaupt noch nicht gibt, daß sich Götter- und Ahnenkult vielmehr ganz im Palast und in den Gräbern abspielt. Wie sollte da in Malta alles, was uns an monumentalen Bauten erhalten ist, Tempel genannt werden müssen?

[1] Prähist. Zeitschr. II, 1911, S. 337.

Von andrer Seite her stellt sich aber noch ein Bedenken ein gegen die Auffassung der Bauten als Paläste. Die dolmenartigen Nischen, die sich so vielfach finden, sehen sehr nach Gräbern aus. Alte Berichte, wie CARUANAS report (Malta 1882 S. 17), sprechen auch von Menschenskelettfunden. Bei einem Kämmerchen (E) in Hagiar Kim zeigte sich bei der Ausgrabung die Tür völlig zugemauert[1]. Es liegen keine festen Ausgrabungserfahrungen vor. Um so mehr wird man sich scheuen müssen, die Möglichkeit von Bestattungen völlig abzuweisen. Nur fragt es sich, ob damit gleich die ganzen Bauten als Gräber angesprochen werden müßten. Mehrere Beobachtungen sprechen dagegen. Es gibt Anlagen, denen jene Kammerausbauten und Dolmennischen gänzlich fehlen, z. B. die Gigantia (oben Fig. 1) und einige Teile von Corradino (Fig. 3). Es treten ferner Fundstücke auf, die durchaus für Wohnbau sprechen, wie der große Steintrog mit sieben Eintiefungen zum Getreidemahlen in Corradino[2]. Schließlich ist bei vielen Bauten noch heute zu erkennen, daß das Tor nicht von außen, sondern von innen verschlossen wurde, die Löcher für große hölzerne Balkenriegel sind ganz ähnlich wie bei mittelalterlichen Toren an solchen Stellen vorhanden (Fig. 9 links)[3]. Ein solcher Verschluß von innen spricht aber durchaus gegen eine Grabanlage, denn jemand, der das Grab verschloß, wollte doch nicht selbst mit drinnen bleiben. Er spricht aber, wenn auch nicht ganz so stark, wohl auch gegen ein Heiligtum.

Daß in Verbindung mit Wohnräumen bestattet wird, ist dagegen für die in Betracht kommende Zeit nichts so sehr Auffallendes. In Spanien haben die Gebr. SIRET in der El-Argar-Periode (= Troja II) auf der Akropolis von Oficio die Bestattungen im Erdgeschoß, die Wohnungen im Obergeschoß des Hauses festgestellt[4]. In Thessalien liegt vor dem Hause von Rini unmittelber an der Tür ein Grab (siehe unten Fig. 12). Im Hanai Tepe scheinen Wohnungen und Hockergräber durcheinander gewesen zu sein[5] und ebenso in der entsprechenden frühen Schicht der Ober- und der Mittelburg von Tiryns[6]. Viel später noch wird Manasse »in seinem Hause« (II. Chron. 33, 20) und ein Kossäer und ein Babylonier »im Palaste« begraben (Sendschirli II S. 168).

---

[1] A. MAYR, V. D. in Malta S. 669.

[2] Papers Br. Sch. Rome VI, pl. VII, 2.

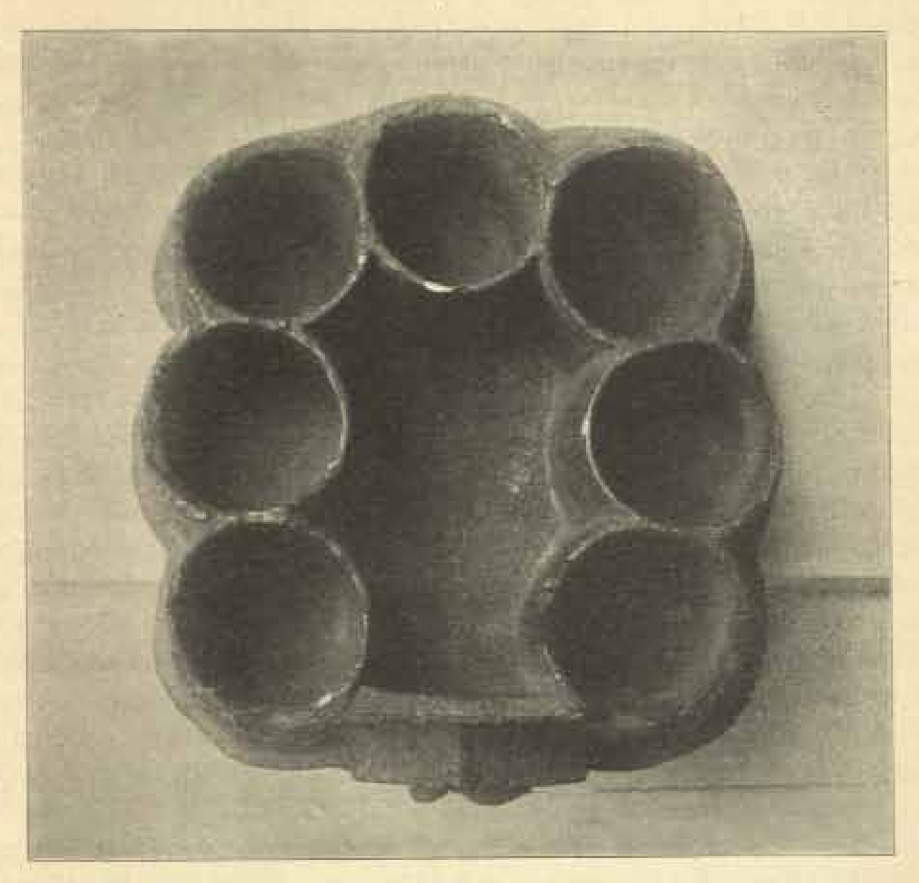
[3] A. MAYR, V. D. von Malta S. 653. Papers Br. Sch. Rome VI, pl. VII, 1. PEET, rough stone monuments 1912, pl. III.

[4] SIRET, Premiers âges du métal en Espagne 1887, S. 181 ff., pl. 61.

[5] SCHLIEMANN, Ilios S. 789.

[6] Athen. Mitt. XXXII, 1907, S. III.

Fig. 10.



Hausmodell von Melos, von oben gesehen. 3 : 5.

Fig. 11.



Hausmodell von Melos, von vorn gesehen. 3 : 5.

Die Malta-Bauten können also weder reine Heiligtümer noch reine Grabanlagen sein, man wird vielmehr gedrängt, sie als Paläste zu betrachten, in denen sicher Kulte eingerichtet waren, vielleicht auch hier und da im Winkel zwischen der Haus- und der Umfassungsmauer bestattet wurde.

Sind nun aber die Malta-Bauten so eingeteilt gewesen, daß rechts und links gedeckte Räume abgetrennt waren und dazwischen jedesmal ein offener Hof verblieb, und ist uns ihre Bestimmung als Wohnungen am wahrscheinlichsten geworden, so findet eine solche Anlage ihre Analogie in dem längstbekannten kleinen Hausmodell von Melos, das sich im Münchener Museum befindet (Fig. 10 u. 11). Hier sind drei Paare von Rundhäusern hintereinander gefügt, zwischen das letzte Paar schiebt sich ein siebentes Haus, entsprechend der Schlußapsis von der Gigantia. Zwischen den ersten Paaren ist der offene Hof einheitlich — ohne Torverengung zwischen dem ersten und zweiten Paare — durchgeführt. Den Eingang zu diesem Hofe bildet von außen her ein Giebeltor. Das Modell hat offenbar als Büchse für Schmucksachen oder Schminke gedient, wie zwei andere im Berliner Antiquarium, die aber jede nur ein Rundhaus darstellen. Bei dem Melos-Modell fehlt der Deckel. Aus den Deckeln der beiden andern kleinen Büchsen[1] können wir aber entnehmen, wie das Dach der Rundhäuser gestaltet war, nämlich kegelförmig, wie es sich für das alte Mittelmeer gehört.

Die enge Verwandtschaft dieses Melos-Modells mit den Malta-Bauten ist unabweisbar. Ja wir erfahren nun erst durch das Modell, wie diese Bauten entstanden sind. Das alte Rundhaus, die älteste Bauform im ganzen mittelländischen Kreise, hat man, als man mehr Raum brauchte, doppelt genommen, die Häuser aber nicht dicht zusammengeklebt, sondern einen Hof zwischen ihnen gelassen; damit gewann man ausgiebig Raum und Luft. Dies einpaarige Haus, von einer ovalen Mauer umschlossen, hat tatsächlich eine besondere Stufe in der Entwicklung gebildet. Es ist mehrfach in den Baugruppen von Corradino auf Malta erhalten[2], mit oder ohne Schlußapsis am Hofende, und auch anderswo, wie wir gleich sehen werden. Als man dann aber noch mehr Raum brauchte, legte man hinter das erste Rundhauspaar ein zweites und zum Abschluß hinten in die Mitte noch ein Einzel-Rundhaus (Gigantia). Bei steigender Kultur kam schließlich noch ein drittes Häuserpaar hinzu, und das Abschlußhaus rückte hinten in dessen Mitte. Das ist der Zustand, den uns das Melos-Modell vor

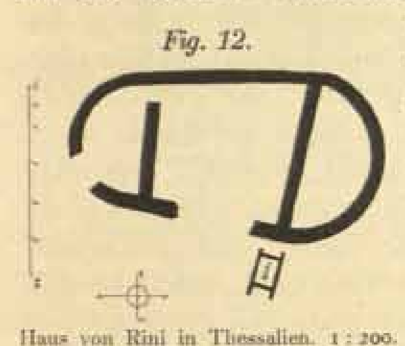
[1] Die eine ist von Amorgos, die andere von Syra; beide werden Dümmler verdankt, der sie auch im Bericht über seine Kykladenreise in den Athen. Mitt. 1886 abgebildet hat.

[2] Papers Br. Sch. Rome VI, pl. V.

Augen führt: sieben Räume im Hufeisen um einen offenen Hof gruppiert, das Ganze ein Quadrat, das sowohl in der Längs- wie in der Querrichtung dreiteilig ist.

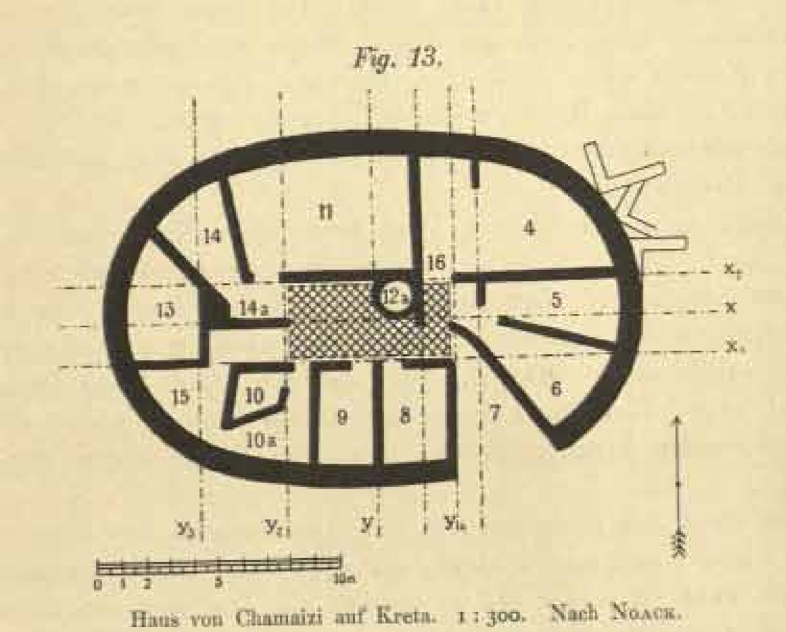
Wir haben, trotzdem diese mittelländische Unterschicht bisher noch wenig angeschnitten ist, doch schon ein paar Beispiele dafür, daß die bauliche Entwicklung in weiterem Kreise diesen Weg genommen hat. In Thessalien ist unter und zwischen der vom Norden gekommenen, durch die bemalte Keramik charakterisierten Kultur das Alteinheimische erhalten mit vielfachen Beziehungen auch zum westlichen Mittelmeere[1]. Aus dieser Schicht ist bei den Grabungen der Engländer[2] in Rini ein Haus zutage gekommen von ganz maltesischem Typus (Fig. 12). Ein Oval von $8\frac{1}{2}$ m Länge und rund 4 m Breite in der Mitte zeigt links und rechts das Halbrund abgetrennt und in der Mitte einen nahezu quadratischen Raum. Die Mauern aus Bruchsteinen sind nur niedrig erhalten, die Apsiden werden wir uns nach den Erfahrungen von Orchomenos aus Luftziegeln zugewölbt zu denken haben, und der Hof dazwischen wird offen ge-

Fig. 12.



Haus von Rini in Thessalien. 1:200. Nach Wace-Thompson

Fig. 13.



Haus von Chamaizi auf Kreta. 1:300. Nach Noack.

[1] Eine Reihe von Einzelfunden aus den Grabungen von Tsuntas und Stais haben ihre nächsten Gegenstücke in Malta; die letzteren sind aber noch nicht veröffentlicht.

[2] Wace-Thompson, Prehistoric Thessaly 1912, S. 132.

wesen sein. Der Eingang in das Gebäude ist nicht erhalten; wo er anzunehmen wäre, ist der Mauerzug zerstört.

Ein anderes Ovalhaus, das uns nun einen beträchtlichen Schritt weiterführt, ist das bekannte und schon vielbesprochene von Chamaizi-Siteia in Ostkreta[1] (Fig. 13). Es liegt auf dem ovalen Plateau eines Kegelberges, hat die stattliche Größe von 22.20 : 14.50 m, ist von einer dicken Mauer umschlossen und bedeutet somit eine kleine Burg. Die innere Einteilung zeigt in der Mitte einen offenen Hof mit einer Zisterne, also einem Impluvium, in der Ecke. Dieser Hof tritt aber nicht bis an die Front vor. Aus Sparsamkeit sind vielmehr die Räume ringsum geführt, und der Eingang ist ganz schmal gehalten. Die wichtigste Neuerung aber gegen die frühere Übung liegt darin, daß die Wohnräume nicht mehr mit einem Kuppelgewölbe, sondern mit einer flachen Decke geschlossen sind. Zu dem Zweck ist eine vielfältige Teilung des breiten Gürtels zwischen Außenmauer und Binnenhof vorgenommen. Haupt- und Nebenmauern gliedern sich so, daß überall mit Steinplatten von höchstens 4 m Länge die Decke hergestellt werden konnte. Die verdienstvollen Entdecker des Gebäudes Xanthudides und Tsuntas haben auch aus der Schichtung auf dem Boden beobachtet, daß das Haus einen Oberstock gehabt hat. In dem Raum 14, dem Eingang 7 schräg gegenüber, führte eine Treppe hinauf, und die oberen Räume empfingen Licht und Luft, ebenso wie die unteren, allein vom Binnenhofe, da die äußere Mauer als Festungsmauer offenbar ohne Fenster war. Besonders erwähnen will ich noch, daß rechts vom Hofe, in dem Raume 4a dem Eingang gegenüber, ein kleines Sanktuarium war, eine tönerne Opferplatte wurde dort gefunden und vielfache Brandspuren.

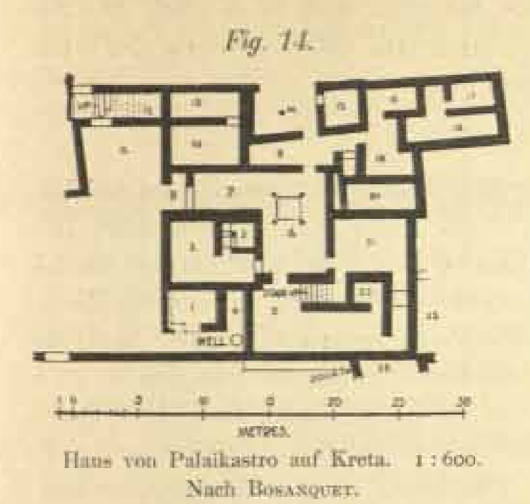
Sobald sich der Wechsel von dem alten Kuppelgewölbe zum flachen Dach vollzogen hatte, mußte notwendig ein anderer, sehr wichtiger nachfolgen. Der runde Grundriß des Hauses war nur für das Kuppelgewölbe da; sobald dieses abgeschafft war, hatte er seine Existenzberechtigung verloren. Im Gegenteil, eine flache Decke ließ sich viel besser über einen viereckigen Raum legen, und mit der Aufgabe der runden Zimmer gewann man eine Menge bisher verlorener Winkel.

Das Haus von Chamaizi aus der Kamareszeit, also älter als die großen kretischen Paläste, steht auf der Kippe dieser Entwicklung. Es wahrt noch in seiner äußern Gestalt die Tradition des alten Bautypus, aber in seinem Innern gärt es und ringt nach Neuem. Die wunderlichen Bauformen, die hier aus der Verquickung der ovalen

[1] Ἐφημ. Ἀρχ. 1906 S. 117—156 (Xanthudides), Noack, Ovalhaus und Palast S. 57.

Umfassung mit der von der flachen Decke geforderten Einteilung entspringen, verschwinden fürderhin, sobald man auch im Grundriß die gebogene Linie in die gerade, das Rund ins Viereck verwandelt.

Fig. 14.



Haus von Palaikastro auf Kreta. 1 : 600. Nach Bosanquet.

So sehen wir es bereits vollzogen in dem großen, auch noch der Kamareszeit angehörigen Hause von Palaikastro in Ostkreta (Fig. 14)[1]. Das bezeichnende Stück ist wieder ein viereckiger Binnenhof mit Impluvium in der Mitte. Der Hof geht, ähnlich wie in Chamaizi, nicht in voller Breite bis zur Frontmauer vor, sondern wird (7. 8.) durch die seitlich vordrängenden Räume verschmälert. Die Wohn- und Wirtschaftsräume legen sich in regelrechtem Hufeisen um den Hof herum, nur hinten links ist noch ein besonderer Ausbau, unbekannt zu welchem Zweck.

Diesen Grundrißtypus — um einen Binnenhof im Hufeisen gruppierte Räume — zeigen nun auch, freilich ins Riesenhafte gesteigert, die kretischen Paläste von Knossos, Phaistos, Hagia Triada. In Knossos z. B. kommt von Norden der Zugang in den großen Binnenhof[2]. Hier steht in der Mitte ein Altar, westlich in einem Raum am Hofe steht wieder ein Altar, nicht weit davon ist das Zimmer mit der Kultnische; im »Westhofe« finden wir abermals einen Altar. Also Kultstätten nicht weniger als in Malta! Es ist ein großes Verdienst von Noack (Ovalhaus und Palast), daß er das Haus von Chamaizi mit seinem Binnenhofe schon als eine Vorstufe der kretischen Paläste erkannt und aus beiden einen dem trojanisch-mykenischen Megaron-Hause völlig entgegengesetzten Typus konstruiert hat. Wie das Chamaizi-Haus erwachsen war, was vor ihm lag, konnte er nicht wissen. Hier nahm er an, das alte Rundhaus sei geschwollen, soweit es noch durch Wölbung überdacht werden konnte, dann habe es sich gestreckt zum Ovalhaus. Als auch dies so groß geworden, daß es nicht mehr einheitlich überdacht werden konnte, habe man den Binnenhof erfunden. Jetzt sehen wir, daß das Ovalhaus nicht durch Dehnung des Rundhauses entstanden ist, sondern durch Kuppelung zweier Rundhäuser mit dazwischengelegtem Hof. Dafür bringen die Bauten von Malta nebst dem Modell von Melos und dem Hause von Rini den vollen

[1] B. S. A. VIII 1901/02, S. 310ff. (Bosanquet.)

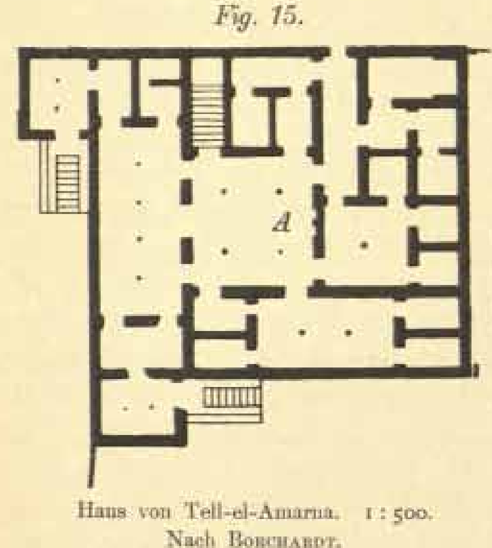
[2] B. S. A. VIII, pl. I.

Beweis. Die Theorie eines in ein fertiges Bauwerk künstlich eingeschnittenen Binnenhofes kann demgegenüber nicht standhalten; das möchte ich deshalb hier besonders betonen, weil man auch die Abstammung des etruskischen Hauses durch eine solche Theorie der wirklichen Klarstellung bisher entzogen hat.

Der altmittelländische Haustypus, und zwar gerade der höchstentwickelte, den wir durch Kombination der Malta-Bauten mit dem Melos-Modell erkannt haben[1], der Palasttypus, werden wir sagen dürfen, hat sich, nur vom Runden ins Viereckige übersetzt, in verschiedenen Ländern um das Mittelmeer monumental erhalten: in Ägypten, in Kleinasien und in Etrurien oder, gewissenhaft gesagt, in Pompeji.

Daß Ägypten alte, ja wohl uralte Beziehungen zum Mittelmeerkreise hat, darauf deuten seine vorgeschichtlichen Hockergräber, seine Obelisken als Nachklänge der Menhirs, sein Glaube an die Entrückung der bevorzugten Seelen in ein seliges Land im Westen[2]. Unter Amenophis IV. (1375—1358), in der Zeit, wo auf den ägyptischen Denkmälern die Völker des Nordens anschaulich auftreten, zeigt auch Tell-el-Amarna, die Stadt, die der König angelegt hatte und die nach seinem Tode rasch verlassen wurde, stark mittelländischen Einfluß. Tausende von mykenischen Gefäßscherben sind hier gefunden, und in den Hunderten von Häusern und Gehöften, die die deutsche Ausgrabung im Laufe der Jahre freigelegt hat, kehrt der mittelländische Typus immer und immer wieder (Fig. 15). Die »breite Halle« und die »tiefe Halle«, die in der ägyptischen Baukunst als aufeinanderfolgende Glieder bis ins alte Reich zurückzuverfolgen sind, liegen hier dicht aneinander, nur durch eine Pfeilerstellung getrennt, fast miteinander verschmolzen. So nehmen sie zusammen die Stelle des offenen Hofes des mittelländischen Palastes ein, und um sie herum fügt sich das

Fig. 15.



Haus von Tell-el-Amarna. 1 : 500. Nach Borchardt.

[1] Das einfache Haus des Kleinbürgers setzt sich überall aus mehreren, beliebig aneinandergereihten Räumen zusammen, höchstens mit einem Korridor zur Seite, so von Kahun bis Pompeji.

[2] Vgl. diese Sitzungsberichte 1913, S. 757, 761.

feste Hufeisen der eigentlichen Wohnräume. Nur der Eingang führt nicht geradeswegs (Fig. 15 links) in die Halle, sondern wohl in Rücksicht auf orientalische Sitte, die den direkten Einblick und Eintritt in das Haus verhindern will, von der Seite oder auch von beiden Seiten her durch vorgebaute Schutzräume in die vordere, die »breite Halle«. In der folgenden, der tiefen Halle, haben sich an der Rückwand zuweilen zwei Nischen nebeneinander gefunden von der Größe derer in Malta und mit demselben niedrigen Sockel. Auf dem Grundriß (Fig. 15) sind sie bei *A* erkennbar, eine photographische Ansicht von ihnen hat Borchardt in den Mitteilungen der Deutschen Orient-Gesellschaft Nr. 46 (1911) S. 21 gegeben. Er sagt dort, daß ihm diese Nischen sonst zumeist nur als baulicher Zierat erschienen seien, daß er in einem Falle wie hier aber ihre sakrale Bedeutung nicht ausschließen wolle, und weist dabei hin auf die gleiche Erscheinung in der Rückwand ägyptischer Tempel wie desjenigen von Gurnah[1] aus der Zeit von Seti I. und Ramses II. In der Tat wird man durch die Form dieser Nischen und ihre Stelle im Hause nicht bloß rückwärts an Malta, sondern auch vorwärts an Pompeji mit seinen Larennischen im Atrium erinnert[2].

Tief im kleinasiatischen Binnenlande hat sich uns kürzlich ein Quell erschlossen, dessen Tiefe mit dem Mittelmeere Verbindung zu haben scheint. In Boghasköi, der alten Hettiterhauptstadt Chatti, haben wir Festungswerke, große Innenbauten, Skulpturen kennen gelernt. Die Verzierung am Gewandsaume der großen Königs- oder Gottesfigur am Tore[3]: in Zonen abwechselnd Fischgräten-, Spiralen-, Fischgräten-, Dreiecksmuster, ist durchaus mittelländisch, typisch kykladisch. Die Tordurchgänge selbst sind oval durch Vorkragen der massigen Steine überwölbt, in ganz mittelländischer, durchaus unasiatischer Übung[4]. Von

[1] Perrot-Chipiez I, S. 367; Lange, Haus und Halle Taf. V, 2.

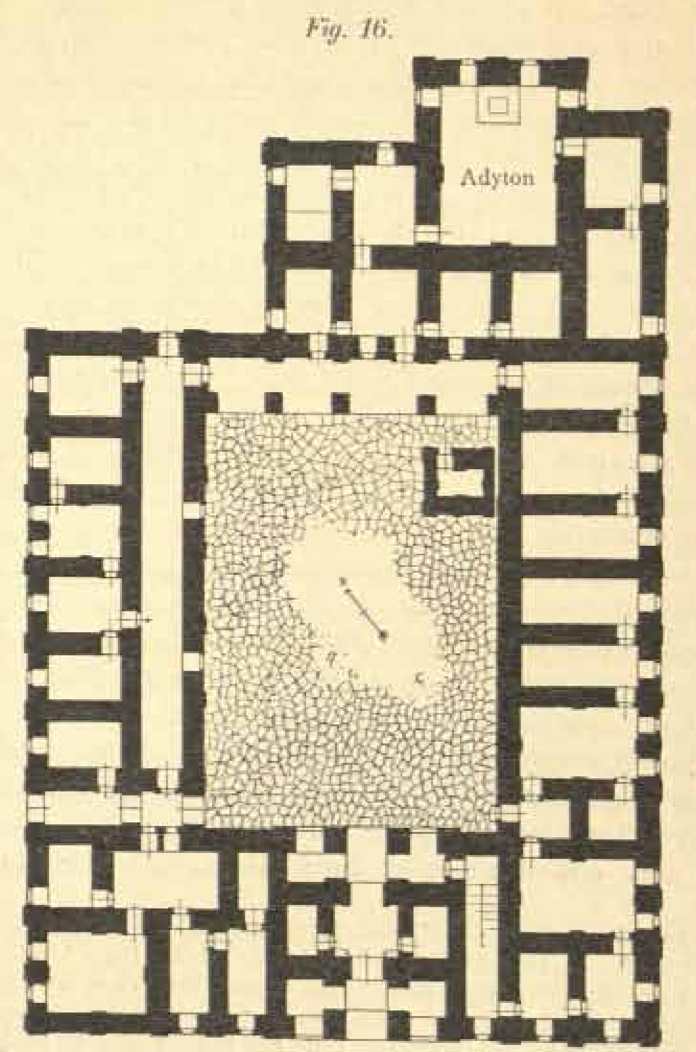
[2] Wie in den voraufliegenden Zeiten das ägyptische Haus beschaffen war, ist noch wenig klar. In Kahun (Flinders Petrie, Illahun usw. 1891, Taf. XIV) zur Zeit der 12. Dynastie, zeigen neben den vielen kleinen Arbeiterhäusern die wenigen großen Grundrisse im nördlichen und südlichen Teile der Stadt schon die dreifache Längsteilung des Amarna-Hauses, aber eine starke Verbauung des mittleren Teiles, der nur in kleinen Stücken Hof ist. Auch für Kahun haben die dort gefundenen Kamares-Scherben schon deutlich die Verbindung mit dem Mittelmeere, speziell mit Kreta, gezeigt. Aus dem alten Reiche (Dynastie 4 und 5) liegen bisher nur Tempel vor, die fast ausschließlich aus Hallen, Gängen und Höfen bestehen und nur in einer Beziehung zum Vergleich einladen, als auch hier schon an der Rückwand des Haupthofes die Bildernischen, und zwar in der Regel 5, sich entwickeln (Hölscher, Das Grabdenkmal des Königs Chefren, Leipzig 1912). — Ich bin für mannigfache Beratung und Aufklärung in diesen Dingen den verehrten Herren Kollegen von der ägyptischen Abteilung sowie auch Hrn. Prof. v. Bissing in München zu großem Danke verpflichtet.

[3] Puchstein, Boghasköi 1912, Taf. 19.

[4] Ebenda S. 63, 66.

der großen Skulptur am Tore sagt Puchstein, daß sie in ihrer kraftvollen und freien Art weit mehr an Griechisches als an Ägyptisches oder Mesopotamisches denken lasse[1]. Das ist leider das einzige Wort, das er uns über die Kulturstellung dieser Boghasköihettiter hinterlassen

Fig. 16.



Palast von Boghasköi ohne die Magazine. 1:500. Nach Puchstein.

hat. Es findet lebhaften Widerhall in den großen Bauten im Innern der Burg. Derer sind fünf, von denen einer hervorragt durch seine Größe und den Gürtel von Magazinen umher (Fig. 16). Alle Bauten haben den fest im Mittelpunkte verkapselten Hof und die geschlossenen Räume ringsum. Der Eingang liegt fast bei allen mitten in der Front. Bei dem größten Gebäude ist auch das Tor ein dreifach längs- und quer-

[1] Ebenda S. 176.

geteilter Bau, ein Zeichen, wie sehr das Melos-Haus schon ein geschlossenes Bauwerk geworden war, das ganz als Einheit empfunden wurde.

Im rückwärtigen Teil des Gebäudes, also im Bügel des Hufeisens, enthält bei vieren der Bauten ein Raum regelmäßig einen Altar. Aus diesem alleinigen Grunde hat Puchstein diese vier Bauten für Tempel gehalten[1]. Wenn er nicht in der Arbeit gestorben wäre, wenn er all die Beziehungen, die sich in seinen nachgelassenen Zetteln vornotiert finden, noch verfolgt hätte, wäre er wohl davon abgekommen. Das Adyton in einem Raume des Hintergrundes kommt einem Palaste durchaus zu, wie wir gleich sehen werden, und der Kranz von Magazinen bei dem Hauptbau von Boghasköi hat seine nächste Analogie in den Palästen von Kreta.

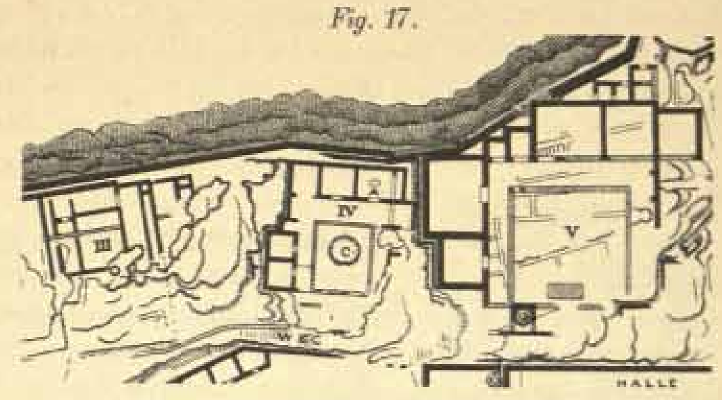
Wie die Hettiter weit hinten in Kappadokien zu solcher Übereinstimmung mit dem Mittelländischen kommen, erklären die von ihnen stammenden Felsskulpturen am Sipylos gleich hinter Smyrna: ihr Reich hat sich eben bis an dies westliche Meer erstreckt. Das vordere Kleinasien aber hat in vielem zum alten Kulturgebiete des Mittelmeeres gehört. Das zeigt sich in Pergamon. Während in Ionien, das von der mykenischen Zeit an stärkste griechische Kolonisation erfahren hat, das Megaron-Haus herrschend geworden ist, wie uns besonders Priene gelehrt hat, sehen wir in Pergamon eine Mischung zwischen Alteinheimischem und Zugebrachtem, entsprechend dem Verhältnis, wie es schon die Sagenform von Teuthras dem Myser, der den griechischen Telephos adoptiert, an die Hand gibt. Auf der Burg von Pergamon ist z. B. die Wohnung des Bibliothekars ein Megaron-Haus[2]. Auch in der Beschreibung Galens von dem einfacheren und dem vornehmeren pergamenischen Landhause[3], in dem wie im niedersächsischen Bauernhause Menschen und Vieh unter einem Dache geborgen sind, scheint dem einfachen der Megarontypus zugrunde zu liegen, während auf das vornehme, das im Hintergrunde eine Apsis hat mit einem Wohnzimmer links und rechts, und im Obergeschoß Zimmer an drei oder sogar an allen vier Seiten umlaufend, vielleicht die Hufeisenform des südlichen Typus Einfluß gehabt hat. Auf jeden Fall gehören die ganz vornehmen Bauten in Pergamon, die Paläste der Attaliden, durchaus dem mittelländischen Typus an (Fig. 17). Sie liegen am Ostrande der Hochburg in mehreren Baugruppen (III, IV, V). In jeder Gruppe bildet ein großer quadratischer Säulenhof den Mittelpunkt; um ihn ziehen sich an drei Seiten die Wohnräume. In der Baugruppe IV befindet sich

[1] Ebenda S. 70.

[2] Ausgrab. zu Pergamon, 3. vorläuf. Bericht 1888. Jahrb. d. Kgl. Pr. Kstsammlg. 1888 Plan.

[3] Vgl. Nissen, Pompej. Studien S. 610 ff. Lange, Haus und Halle S. 31 ff.

Fig. 17.



Paläste von Pergamon. 1:1500. Nach Bohn.

in der Mitte des Hofes eine große Zisterne; in einem der Räume des Hintergrundes steht ein Altar, der aufs feinste verziert war. Der Raum liegt gerade so wie die Adyta von Boghasköi; in Pergamon haben wir aber unzweifelhaft Paläste vor uns. Dies Attalidenhaus zeigt also, daß auch in Zeiten, wo es längst Tempel in Hülle und Fülle gab, die uralte Sitte der Kultstätte im eigenen Heim, aber gewiß eher für Ahnen als für Götter, immer noch beibehalten wurde.

Das dritte Gebiet, das uns das altmittelländische Haus erhalten hat, ist Etrurien, oder vielmehr das dessen Überlieferung in diesem Punkte treu wiedergebende Pompeji. Das »tuskische Atrium« ist der alte offene Binnenhof. Er hat das Impluvium behalten, hat den Eingang fast immer direkt von vorn in der Längsachse des Gebäudes, hat im Hintergrunde die heiligen Stätten für die Hausgötter und Ahnen. In dem tuskischen Atrium ist die Art und die Gestalt des altmittelländischen Binnenhofes reiner bewahrt als irgendwo sonst. Es ist nicht zu einem überdeckten Saale geworden wie in Tell-el-Amarna und nicht zu einem weiten Prunkhofe wie in den Palästen von Kreta, von Boghasköi und Pergamon. Es steht unter allen der alten Quelle am nächsten.

Gerade dieses etruskische Haus aber hat man sich vielfach bemüht mit dem Megaron-Hause in Beziehung zu bringen, von ihm abzuleiten. Man hat gemeint, es sei ursprünglich von einem einheitlichen Giebeldache überdeckt gewesen. Erst als in städtischer Raumbedrängnis die Gebäude dicht aneinander gesetzt worden seien, habe man gemerkt, daß das auf den gemeinsamen Hauswänden zusammenfließende Regenwasser diese Wände schädige. Man habe außerdem längst unangenehm empfunden, daß das einheitliche Dach das Atrium verdunkele und habe deshalb aus diesen beiden Gründen eines Tages beschlossen, die Dachkonstruktion zu ändern und an Stelle des nach außen ge-

neigten großen Giebeldaches ein vierteiliges, nach innen geneigtes Dach mit Öffnung über dem Atrium zu schaffen. So wäre der alte geschlossene Herdraum zu einem Wasserhofe geworden.

Eine solche Entwicklung ist baulich überaus unwahrscheinlich. Die völlige Überdachung eines Atrium-Hauses ist nur denkbar, wenn die um das Atrium liegenden Räume nach außen ausgiebige Fenster hatten, was indes nicht der Fall gewesen ist, wie die sehr spärlichen schmalen Schlitze in Pompeji beweisen. Und auch bei Anbringung ordentlicher Außenfenster wäre das Atrium selbst immer noch dunkel geblieben und hätte nie der Raum werden können, in dem das ganze gemeinsame Leben der Hausbewohner sich abspielte.

Nun soll aber die enge Verwandtschaft des Atrium mit dem Megaron besonders daraus hervorgehen, daß auch im Atrium der Herd steht, dessen Rauch den Raum geschwärzt und ihm damit seinen Namen atrium von ater verschafft habe. Ob diese Etymologie richtig und notwendig ist, darüber waren schon die Alten uneins, und die heutige Sprachforschung erklärt, daß sich nichts entscheiden lasse. Es wäre ja denkbar, daß atrium auf eine etruskische Bezeichnung von uns unbekannter Bedeutung zurückginge. Aber wenn schon, wie zugegeben wird, die Ableitung ater-atrium sprachlich einwandfrei ist, so gewinnt sie einen Anstrich von Wahrscheinlichkeit dadurch, daß auch die andern erhaltenen Raumbezeichnungen wie vestibulum (Kleiderablage)[1], tablinum (der getäfelte Raum) lateinisch und nicht etruskisch sind. Es ist also der Grundriß des etruskisch-pompejanischen Hauses, auch wenn ich Recht habe, ihn für altmittelländisch und damit vorindogermanisch zu halten, uns doch überliefert von Leuten, die längst indogermanisiert waren. Diese Leute haben in ihrer Sprache die Räume benannt, sie haben naturgemäß dem Herdraume denselben Namen gegeben, den der Herdraum im indogermanischen Hause hatte, obgleich beide Räume baulich sehr verschieden sein konnten.

In dem pompejanischen Hause, das die Ausgrabungen uns vor Augen führen, steht eigentlich gar kein Herd mehr im Atrium. Nur zwei Beispiele, wo es noch der Fall ist, hat Nissen ausfindig gemacht[2]. Im übrigen ist der Kochherd allgemein in eine besondere Küche verlegt worden, und an seiner alten Stelle im Atrium ist höchstens ein Scheinherd oder Opfertisch für die Laren stehengeblieben. Aber in der lateinischen Literatur ist die Tradition von dem alten Herdplatz im Atrium erhalten[3], und es besteht kein Grund, sie anzuzweifeln.

---

[1] Vgl. conciliabulum, infundibulum. Hr. W. Schulze nennt mir auch candelabrum.

[2] Pompejanische Studien S. 431, 448.

[3] Servius zu Verg. Aen. I, 726 nam ut ait Cato, et in atrio et duobus ferculis epulabantur antiqui ... ibi et culina erat, unde et atrium dictum est; atrum enim erat ex fumo.

Im tieferen Süden sehen wir heute noch überall die Neigung, im Freien zu kochen. Wo soll im Malta- und Melos-Hause der Herd anders gestanden haben als in dem freien Hofe? Erhalten ist seine Spur dort freilich nicht, aber die Larennischen sind da, und sie zeigen sich in der späteren Entwicklung immer eng verbunden mit dem Herde des Hauses.

In Pompeji haben viele vornehme Familien ihr altes Atriumhaus erweitet dadurch, daß sie hinten noch ein neumodisches »Peristylhaus« darangehängt haben (Fig. 18). Faßt man nach dem, was wir über den

Fig. 18.

Pompejanisches Normalhaus. ca. 1 : 300. Nach Overbeck.

Ursprung und Charakter des Atriumhauses erkannt haben, dies Peristylhaus scharf ins Auge, so ist es im Grunde gar nichts anderes als jenes Atriumhaus: ein großer Hof mit hufeisenförmig gelagerten Räumen umher. Nur ist der Hof weiter und üppiger geworden: ganze Säulenreihen tragen die nach innen geneigten Dachteile, wo vorher höchstens ein Atrium tetrastylon vorhanden war. Wie man längst gesehen hat, ist dies »Peristylhaus« aus der hellenistischen Kultur Kleinasiens übernommen. Dort ist aber Pergamon als Vermächtnis der Attaliden die erste römische Erwerbung gewesen. Der Grund, weshalb das neue Peristylhaus dem alten Atriumhause so urverwandt erscheint, ist also klar: das Peristylhaus ist auch nichts anderes als das alte mittelländische Hofhaus, nur in den attalischen Verhältnissen weiter und vornehmer geworden als das in der Nähe seiner Ursprungsstelle auf der alten Stufe stehengebliebene Atriumhaus[1].

[1] Vielleicht könnte jemand sagen, die Anordnung von Wohnräumen um einen Hof sei etwas so Natürliches, daß man für ihre Entstehung nicht eine bestimmte Zeit und einen bestimmten Kreis in Anspruch nehmen dürfe. Aber tatsächlich gestaltet sich die Anordnung um einen Hof oder an ihm in den verschiedenen Zeiten und Kreisen ganz verschieden. Die Megaronhäuser liegen, auch wenn sie zu zweien oder

Gerade dies Wiederzusammenkommen zweier Ausläufer des alten Malta-Melos-Hauses zeigt, wie unverwüstlich sich dessen ausgesprochen südlicher Hofcharakter erhält. Es ist ganz unmöglich dies Haus mit dem Megaron-Hause entwicklungsgeschichtlich zusammenzubringen. Was auf der einen Seite die eigentliche Sache, das dinglich Greifbare ist, das Megaron, wäre auf der anderen ein Hohlraum, ein Nichts geworden, und was umgekehrt auf dieser Seite die greifbare Sache ist, das Hufeisen von Wohnräumen, wäre auf der anderen, beim Megaron gar nicht vorhanden gewesen. Wo soll da eine Entwicklung sein[1]?

Nun durch die Malta-Bauten das melische Hausmodell zum Sprechen gebracht ist, zeigt sich klarer als je vorher der grundverschiedene Charakter der beiden alteuropäischen Haustypen. Das nordische Megaronhaus will mit einer Überdachung des Herdes einen warmen Wohnraum herstellen, das südliche Hofhaus will einen luftigen und doch schattigen Platz zwischen den kleinen überdeckten Räumen schaffen. Wie das zustande kommt, können wir Schritt für Schritt verfolgen. Das alte einfache Rundhaus wird zunächst gepaart. Die Paare werden verdoppelt, verdreifacht. Dann fällt das Kuppelgewölbe. Die flache Decke tritt auf und verwandelt nun auch die Grundrißformen vom Runden ins Viereckige. In dieser Gestalt lernen wir das vornehme Mittelmeerhaus in Ägypten, in Kleinasien, in Pompeji kennen, und so sind seine Spuren durch das Römische und Fränkische hindurch bis ins heutige deutsche Bauern und Bürgerhaus gegangen[2].

---

dreien auftreten (Troja), an der hinteren Seite des ihre ganze Breite deckenden Hofes. Die Hettiter von Sendschirli haben drei Hilani unregelmäßig um einen Hof gruppiert (Ausgrabungen in Sendschirli II 1898, Taf. XXVIII); den fertigen Bautypus bildet hier eben schon das einzelne Hilani, nicht eine Gruppe von ihnen. Und ganz entsprechend erscheinen die assyrischen Paläste (Perrot-Chipiez II S. 426, 454): an einem großen Hofe liegen links, rechts, vor allem aber hinten Baukomplexe, die jeder für sich stehen. So kommt hier überall nicht die feste Einheit heraus, die beim Malta-Melos-Typus dadurch entstanden ist, daß die Rundhäuserpaare mit Binnenhof gleichmäßig hintereinander gelegt wurden.

[1] Daß bis heute immer noch der Zusammenhang des Atrium- mit dem Megaron-Hause festgehalten ist, beruht auf der Autorität Nissens, der in seinen Pompejanischen Studien (S. 610 ff.) das ursprüngliche Giebeldach für das Atriumhaus und die Identität von Atriumherdraum mit dem Megaron aufgestellt hat. Nissen hatte aber 1877 noch kein einziges ausgegrabenes Megaron vor Augen und konstruierte sich eine allgemeine Verwandtschaft ältester Haustypen in Nord und Süd, indem er vom Atriumhause durch Galens Beschreibung des pergamenischen Landhauses zum Bauernhause seiner eigenen schleswigschen Heimat geführt wurde.

[2] Auf den Grundrissen von St. Gallen aus dem Jahre 821 haben die Gasthäuser den Eingang an der Breitseite, eine Atriumhalle im Mittelpunkt und die Wohnräume darum herum. Als um 1700 auch der deutsche Wohnbau sich den italienischen Palaststil zum Muster nahm, wurde jenes »Fränkische Haus« von St. Gallen städtische Mode, mit dem Eingang in der vorderen Breitseite, der großen Diele, dem kleinen Ausgang nach hinten. Nachher hat man bei solchen Häusern gewöhnlich die große

Daß die altmittelländische Kulturschicht, aus der dieses Hofhaus stammt, vorhellenisch und überhaupt vorindogermanisch ist, leuchtet ohne weiteres ein. Indogermanisch ist von Haus aus ein sprachlicher Begriff. Was uns aber aus jener Kultur, sei es von gleichzeitigen, sei es von späteren Sprachresten erhalten ist: das Baskische, das Etruskische, das Kretische, das Lemnische, das Hettitische, ist nach ziemlich einhelliger Annahme der heutigen Sprachforscher nicht indogermanisch. Sonst würden wir auch Sprachen, die in einer uns bekannten Buchstabenschrift überliefert sind, wie das Etruskische, längst verstehen gelernt haben.

Diese altmittelländische Kultur stammt eben weder vom Osten noch vom Norden. Sie hat sich im Mittelmeere selbst entwickelt, und zwar vom Westen nach dem Osten fortschreitend und stetig sich steigernd. Den Grundriß des Malta-Hauses und auch seinen burgartigen Charakter sehen wir vorgebildet in den Nuraghen von Sardinien wie in den Grabanlagen von Anghelu Ruju auf Sardinien und Los Millares in Spanien.

Diele als Raumverschwendung empfunden, vorn an der Haustür eine Stube abgeteilt und läßt die Leute von rückwärts durch die Gartentür hereinkommen. Das ist dasselbe Streben nach Raumersparnis an der Mittelhalle, das sich schon in Chamaizi auf Kreta, in Tell-el-Amarna in Ägypten und ständig in Pompeji beobachten ließ.

In den östlichen Provinzen Preußens, die bei der Regermanisierung vielfach fränkischen Zuzug erhalten haben, ist das Haus mit dem Eingang auf der Breitseite gar nicht selten. (Vgl. die Modelle in der Kgl. Samml. f. Volkskunde in Berlin, Klosterstraße.)

Tertullians Bibliothek christlicher Schriften.

Von Adolf Harnack.

Der Abhandlung über Tertullian in der Literatur der alten Kirche (Sitzungsber. 1895, 13. Juni) lasse ich eine Untersuchung über die Frage folgen, welche christliche Schriften Tertullian gekannt und benutzt hat. Wenn ich dabei kurzweg von seiner »Bibliothek« spreche, so soll damit nicht behauptet sein, daß er die Bücher sämtlich selbst besessen hat. Wo sie zu suchen sind, darüber sind nur Mutmaßungen möglich. Sie legen es übrigens nicht nahe, daß man an eine Bibliothek der Gemeinde von Karthago zu denken hat. Die andere Frage, welche Bücher direkt und welche nur indirekt zu seiner Kenntnis gekommen sind, muß von Fall zu Fall entschieden werden.

Das Problem, welche christlichen Bücher Tertullian gekannt hat, ist deshalb von besonderem Interesse, weil er der erste christliche Schriftsteller Afrikas und der erste lateinischschreibende Schriftsteller der abendländischen Kirche überhaupt gewesen ist. Welche Bücher schon um das Jahr 200 aus der griechischen Kirche zu den Lateinern gekommen waren, lohnt sich zu untersuchen. Doch muß man sich hüten, Tertullians Kenntnisse zu verallgemeinern. Immerhin aber wird die Untersuchung lehren, mit welchem theologischen Kapitale die lateinische Kirche begonnen hat.

Ein Problem für sich bildet die Frage, welche Schriften bereits ins Lateinische übersetzt waren. Wo sie sich nahelegt, wird sie behandelt werden. Ein gewisser Prozentsatz der karthaginiensischen Gemeinde verstand Griechisch, ja die Anfänge des Christentums in Afrika sind wohl unter den dortigen Griechen zu suchen. Tertullian selbst hat ein paar Schriften — leider sind sie uns verloren gegangen — in griechischer Sprache geschrieben. In bezug auf das umfangreiche, griechisch verfaßte Werk »Über die Ekstase« steht es fest, daß er hier die griechische Sprache gewählt hat, um mit ihm in die große montanistische Kontroverse einzugreifen, einen kleinasiatischen Bestreiter der montanistischen Prophetie zu widerlegen und überall in

der Kirche verstanden zu werden[1]. Das »Apologetikum« hat er nicht griechisch verfaßt; aber es erschien bald[2] auch den Griechen so bedeutend, daß sie es in ihre Sprache übersetzt haben. — Von einem punischen Christentum hören wir in Tertullians Schriften überhaupt nichts; es ist immer unliterarisch geblieben[3].

§ 1. Die Bücher des Alten und Neuen Testaments.

Diese Bücher — sie heißen als einzelne und insgesamt »scriptura«, »scripturae«, »sacrae [vel] divinae scripturae«, »divinae litterae«, »divina litteratura«, »divinum[a] instrumentum[a]«, »instrumentum litteraturae«, »instrumenta doctrinae«, »sancti commentarii«, »sancta digesta«, »sacrosanctus stilus«, »litterae fidei« usw. — waren dem Tertullian zur Hand, und zwar die ATlichen im Umfang des alexandrinischen Kanons (mit Sap. Sal., Judith, Maccab. usw.) und von den 27 Schriften, die heute im N. T. stehen, alle außer II. Pet., II. und III. Joh. und Jacob.[4] Es ist wohl nicht zufällig, daß sich erst in den späteren Schriften Tertullians die runde Bezeichnung »utrumque testamentum« (»duo testamenta« bzw. »instrumenta«), »vetus et novum testamentum« findet. Die ältere Bezeichnung ist (de praescr. 36): »lex et prophetae . . . evangelicae et apostolicae litterae« bzw. statt des letzteren einfach

[1] Seine erste Schrift über die Schauspiele schrieb er griechisch — der »suaviludii« wegen (de corona 6). In diesen Kreisen scheint also Griechisch beliebter gewesen zu sein als Latein. Nun wissen wir, daß noch damals viele Eingeborene Afrikas ungern Latein sprachen (s. Apulejus, Apolog. 68 [von einem jungen Mann]: »loquitur numquam nisi Punice, et si quid adhuc a matre graecissat; enim Latine neque vult neque potest«). Die Schwester des Kaisers Septimius Severus konnte sich lateinisch nur mühsam ausdrücken und mußte daher vom Kaiser nach Leptis zurückgeschickt werden (Spart., Vita Severi 15). Thieling (Der griechische Kultureinfluß in den römischen Provinzen Nordafrikas, Berlin 1911) zeigt, wie groß der Einfluß des Griechischen bis zur Mitte des 3. Jahrhunderts gewesen ist. Man erinnere sich auch, daß die ältesten afrikanischen Martyrien lateinisch und griechisch überliefert sind. Perpetua (Act. c. 13) spricht neben dem Latein griechisch: »et coepit Perpetua Graece cum illis loqui.«

[2] Gewiß vor der Zeit des Decius, denn seit der Mitte des 3. Jahrhunderts war es durch die Entwicklung der Verhältnisse antiquiert. In den 25 Jahren vor Decius war es kaum notwendig; also wird die Übersetzung, die Eusebius in der Bibliothek zu Cäsarea gefunden hat, dem Original bald gefolgt sein.

[3] Der erste afrikanische Märtyrer war ein Punier Namphamo (s. Augustin, ep. 16. 17). Obgleich die Donatistische Bewegung größtenteils eine punische war, spielt in ihrer literarischen Selbstdarstellung das Punische keine Rolle.

[4] Vgl. Roensch, Das N. T. Tertullians, 1871. — Aus Scorp. 12 ergibt sich mit Sicherheit, daß Tertullian den Jakobusbrief, den er niemals zitiert, auch nicht gekannt hat. Das Fehlen von Zitaten aus III. Joh. und II. Pet. könnte zufällig sein; allein das, was wir sonst über die Geschichte dieser Briefe im Abendland wissen, spricht gegen einen Zufall. Den 2. Johannesbrief aber kann Tertullian gekannt haben (s. das Murat. Fragment und die Bezeugung im Corpus Cypr.).

»evangelium«, aber auch »scripturae dominicae et apostolicae« (de praescr. 44; de pat. 7)[1]. Für das A. T. findet sich auch der Ausdruck »Judaica litteratura« (de cultu I, 3; adv. Marc. III, 6), den der Verfasser des Barnabasbriefs und Justin nicht geduldet hätten, ferner »prophetica paratura« (de anima 2); im Gegensatz dazu heißt das N. T. im Apol. 47 »nostra novitiola paratura«. Die Zweiteilung des N. Ts. ist auch in den frühesten Schriften bestimmt ausgeprägt (»evangelium«, »evangelia«, »evangelicum instrumentum« und dazu das »apostolicum instrumentum«), aber ebenso zeigt sich noch, daß die Evangelien den Grundstock der neuen Sammlung bilden. Das »apostolicum instrumentum« (»apostoli«) mit Roensch (S. 49f.) in vier Unterteile zu zerlegen, ist Willkür. Mit größter Wahrscheinlichkeit dürfen wir annehmen, daß die karthaginiensische Bibel der damaligen römischen wesentlich entsprochen hat. Denn das berühmte Wort de praescr. 36: ». . . habes Romam, unde nobis quoque auctoritas praesto est[2] . . ., videamus, quid ecclesia Romana didicerit, quid docuerit, cum Africanis quoque ecclesiis contesserarit . . . legem et prophetas cum evangelicis et apostolicis litteris miscet«, zeigt, daß er, der Afrikaner, sich auch in bezug auf die Bibel mit der römischen Kirche in Übereinstimmung weiß kraft der Tradition, die von Rom ausgegangen ist[3].

Die kanonsgeschichtlichen Fragen, die sich an einzelne dieser Schriften in bezug auf Tertullians Zitate erheben, lasse ich hier beiseite; jedoch sei folgendes bemerkt: Während der Verfasser des Muratorischen Fragments das A. T. für abgeschlossen, die neue Sammlung aber noch für bereicherungsfähig (durch Urteil der Kirchen) erklärt, spielt Tertullian mindestens mit dem Gedanken (s. unten), auch das A. T. könne und müsse noch durch kirchliche Entscheidung bereichert werden, da die Juden manche Schriften zuungunsten der Christen entfernt hätten. In bezug auf das N. T. liegt es am Tage, daß Tertullian es nicht für abgeschlossen gehalten hat (s. unten sein Urteil über den Hermas). Vom Hebräerbrief steht es fest, daß Tertullian ihn gekannt, aber nicht im N. T. der karthaginiensischen Kirche ge-

---

[1] Der älteste und eigentümlichste Ausdruck, den ich bei Tertullian gefunden habe, steht de praescr. 40: »instrumenta divinarum rerum [Evv. allein? A. T. und Evv.?] et sanctorum Christianorum« [doch wohl der »apostolus«], vgl. II Clem. 14: τὰ βιβλία καὶ οἱ ἀπόστολοι, Mart. Scil.: »libri et epistulae Pauli viri iusti«.

[2] Vgl. adv. Marc. IV, 5: »Videamus quod lac a Paulo Corinthii hauserint, ad quam regulam Galatae sint recorrecti, quid legant Philippenses, Thessalonicenses, Ephesii, quid etiam Romani de proximo sonent.«

[3] Ein spezifisch karthaginiensisch-afrikanisches kirchliches Selbstbewußtsein gegenüber Rom findet sich bei Tertullian noch nicht — auch nicht in seiner montanistischen Periode, in der er römisch-kirchliche Kundgebungen so scharf bekämpft hat.

funden hat und ihn bei aller Hochschätzung auch dort nicht sehen wollte, da Barnabas, unter dessen Name der Brief zu Tertullians Kenntnis gekommen war[1], kein Apostel im strengen Sinne gewesen ist[2].

Die zweiteilige Bibel erscheint in allen Schriften Tertullians als ein fester Besitz der Kirche; nichts deutet auf eine ältere Zeit zurück, in der es noch keine »novitiola paratura« (»neu«, nicht im Unterschied von einer früheren Zeit, sondern im Gegensatz zum A. T.) gegeben hat.

Besaß Tertullian, besaß die karthaginiensische Kirche die Bibel schon in der lateinischen Sprache? Nach den Bemühungen anderer (Zahn, Corssen usw.) habe ich diese Frage in meiner Altchristlichen Lit. Gesch. II 2, S. 296 ff. behandelt (»Die lateinische Bibel zur Zeit Tertullians und vor ihm«) und darf auf diese Untersuchung verweisen. Es ist aus allgemeinen und aus textkritischen und -geschichtlichen Gründen überwiegend wahrscheinlich, um nicht mehr zu sagen, daß, wenn auch nicht alle, so doch die wichtigsten Schriften der Bibel bereits in einer lateinischen Übersetzung existierten. Besonders auch die Privatlektüre der heiligen Schriften, die Tertullian voraussetzt und zu der er ermahnt (s. z. B. ad uxor. II, 6; de exhort. 10), macht es so gut wie gewiß, daß die lateinischen Christen mindestens einen Teil der heiligen Schriften in ihrer Sprache lasen[3]. Und wenn dem lateinischen Publikum gegenüber immer wieder auf die allgemeine Zugänglichkeit der heiligen Schriften hingewiesen wird (z. B. Apol. 31; de spect. 29; de testim. 1), so kann man nicht glauben, daß es sich ausschließlich um Werke, die nur in griechischer Sprache vorhanden waren, gehandelt hat. Auch nach Tertullian freilich sind die heiligen Schriften schon dadurch zu allgemein zugänglichen geworden, daß sie ins Griechische übertragen worden sind, s. Apol. 18: Voces prophetarum itemque virtutes in thesauris litterarum manent nec istae latent« (es folgt die Legende über die Entstehung der Septuaginta, die mit den Worten schließt: »adfirmavit haec vobis etiam (!) Aristaeas. ita in Graecum stilum exaperta monumenta reliquit. hodie apud Serapeum Ptolemaei bibliothecae cum ipsis Hebraicis litteris exhibentur, sed et

---

[1] Barnabas galt auch in Rom als der Verfasser.

[2] Nicht ganz gewiß ist, daß I. Pet. in der kirchlichen Sammlung gestanden hat. Man sollte denken, Tertullian hätte ihn häufiger und energischer verwerten müssen, wenn er zum kirchlichen Instrumentum gehörte. Im Murat. Fragment fehlt er bekanntlich. — Sehr beachtenswert ist, daß Tertullian nur solche Schriften zum N. T. gerechnet hat, die sich auch heute noch in ihm finden. Selbst die Apokalypse Petri fehlt.

[3] Siehe meine Untersuchung »Über den privaten Gebrauch der hl. Schriften in der alten Kirche«, 1912.

Judaei palam lectitant ... vulgo aditur sabbatis omnibus[1]«); aber das hat mit unsrer Frage nichts zu tun[2].

Anderseits ist gewiß, daß Tertullian in der griechischen Bibel lebte und webte, sie stets zur Hand hatte und in zahlreichen Fällen aus ihr selbst übersetzte[3]. Ob ihm mehrere Bibelexemplare zu Gebote standen, darüber schweben noch die Untersuchungen; den Daniel zitiert er in adv. Jud. nach Theodotion, sonst nach der Septuaginta.

Was diese Schriften im Unterschied von aller übrigen Literatur — und namentlich die Bücher Mosis — bedeuten, das hat er in verschiedenen Wendungen immer wieder zum Ausdruck gebracht. De pallio 2 schreibt er: »Ferme apud vos ultra (Ninum) stilus non solet: ab Assyriis, si forte, aevi historiae patescunt. qui vero divinas lectitamus, ab ipsius mundi natalibus compotes sumus.« Wenn er dann im folgenden die Urgeschichte des Genesis als »arcana ista, nec omnium nosse« (c. 3) bezeichnet, so ist das nach de testim. 1 zu verstehen — eine Aussage, die übrigens nur cum grano salis richtig ist: »Ad nostras litteras nemo venit nisi iam Christianus,« obgleich von christlicher Seite gilt (Apol. 31): »scripturas sacras non subprimimus.« Daß die heiligen Schriften imstande sind, die ganze übrige Literatur zu ersetzen, wird de spect. 29 behauptet: »Si scenicae doctrinae delectant, satis nobis litterarum est, satis versuum, satis sententiarum,

---

[1] Vgl. Apol. 31: »plerique casus scripturas sacras ad extraneos transferunt.«

[2] Die Bezeichnung der Bücher nach ihren griechischen Titeln ist natürlich kein Beweis dagegen, daß sie auch lateinisch vorhanden waren. Titel sind zäh und haben sich bekanntlich für einige Bücher der Bibel durch alle Jahrhunderte hindurch im Abendland in der griechischen Sprache erhalten. Übrigens benutzt Tertullian auch lateinische Titel. Interessant sind Wendungen bei Tertullian wie de pud. 18: »in proverbiis Salomonis, quae ΠΑΡΟΙΜΙΑΣ dicimus«; adv. Marc. V, 8: »donativa, quae charismata dicimus.«

[3] Auf ein paar Stellen möge hier verwiesen sein. Adv. Marc. II, 9 (zu Genes. 2): »Imprimis tenendum quod Graeca scriptura (also gab es für die Genesis doch wohl auch eine Latina) signavit afflatum nominans non spiritum«; adv. Marc. IV, 14: »Beati mendici — sic enim exigit interpretatio vocabuli quod in Graeco est [also bot die scriptura Latina »pauperes«, wie wir überall, auch bei Tertullian selbst, lesen] — quoniam illorum est regnum dei«; V, 4 (Gal. 4, 24): »haec sunt enim duo ‚testamenta' sive duae ‚ostensiones' sicut invenimus interpretatum« [also doch wohl in der lateinischen Bibel]; V, 8 (zu Ephes. 4, 8): »‚dedit data filiis hominum', id est donativa, quae charismata dicimus« (»data« stand in der lateinischen Bibel; Tertullian verdeutlicht dieses Wort zunächst durch »donativa«, um dann seinen eigentlichen Sinn durch das geistlich-technische Wort »charismata« zu erschließen); V, 17 (Ephes. 1, 9f.): »‚secundum boni existimationem [ΕΥΔΟΚΙΑΝ], quam proposuerit in sacramento voluntatis suae in dispensationem adimpletionis temporum' — ut ita dixerim, sicut verbum illud in Graeco sonat: ‚recapitulare' i. e. ad initium redigere vel ab initio recensere omnia in Christum« (hier übersetzt er selbst); de monog. 11 (zu I. Cor. 7, 39): »sciamus plane non sic esse in Graeco authentico, quomodo in usum exiit per duarum syllabarum eversionem« (es handelt sich um »dormit« oder »dormierit«). Tertullian ruft das griechische Original gegen einen angeblich entstellten lateinischen Text zu Hilfe.

satis etiam canticorum, satis vocum, nec fabulae, sed veritates, nec strophae, sed simplicitates.« Der Eindruck, den das A. T. (und in seinem Gefolge das N. T.) auf einen Teil der Gebildeten der griechisch-römischen Welt gemacht hat, kann nicht hoch genug veranschlagt werden. Es gibt kein zweites Beispiel in der Geschichte Europas dafür, daß neu auftauchende Bücher solche Wirkungen gehabt haben — die Welle griechischer Bücher, die im 15. Jahrhundert über Westeuropa kam, ist trotz Homer und Plato eine schwache Welle gewesen verglichen mit der biblischen. Die Bücher Mosis, die Psalmen, die prophetischen Bücher — nach Inhalt und Form haben sie wie eine neue Sonne und ein neuer Sternhimmel gewirkt! Wie gering ist ihnen gegenüber der Einfluß, den damals die anderen orientalischen Religionsbücher alle auf die Köpfe und Gemüter der Menschen ausgeübt haben! Die wichtigste Charakteristik des A. Ts. steht Apol. 18—20. Sie zeigt, daß ihn das A. T. ebenso gepackt hat wie die griechischen Apologeten. Ehrlich hat er sich bemüht, es zu verstehen.

Tertullian hat sich eine ausgezeichnete Bibelkenntnis in beiden Teilen der Sammlung erworben. Das beweist die Fülle seiner Schriftzitate[1]. An nicht wenigen Stellen bringt er ganze Ketten von Schriftbeweisen, die um so mehr besagen, als er einmal erklärt, allein auf sein Gedächtnis angewiesen zu sein[2]. Er besaß also keine Chrestomathien wie die Testimonia Cyprians, die in bequemer Weise gesammelte Bibelstellen unter bestimmten Stichworten den späteren lateinischen Gelehrten und Predigern darboten. Wenn er zahlreiche Bibelstellen zum Beweise einer These anführt, beobachtet er nicht selten eine bestimmte Reihenfolge, die im A. T., soweit ein Urteil möglich ist, mit der überlieferten übereinstimmt. Im N. T. läßt er stets die Evangelien vorantreten; aber in welcher Reihenfolge er sie las, läßt sich nicht ausmachen[3]. Vielleicht hatte damals noch jedes Evangelium seine eigene Rolle. Die Paulusbriefe las er wohl in der Reihenfolge Kor., Gal., Phil., Thess., Eph., Rom.[4]. Am Schluß standen die Privatbriefe. Aber irgendwelches Gewicht hat Tertullian auf die Reihenfolge nicht gelegt und verübelte es Marcion nicht, daß seine Samm-

---

[1] Siehe den Index von Oehler und die Spezialarbeit von Roensch a. a. O. Die Zahl der Schriftzitate beträgt zwischen 3000 und 4000. Die Gleichmäßigkeit seiner Kenntnis der verschiedenen Teile der Bibel ist bewunderungswürdig.

[2] Siehe de idolol. 4; hier bringt er Zitate in bezug auf das biblische Bilderverbot und sagt am Schluß: »Et quid ego, modicae memoriae homo, ultra quid sug geram? quid recolam de scripturis?« Vgl. auch adv. Marc. IV, 14.

[3] Gegen Roensch; s. Zahn, N. T.liche Kanonsgesch. II, S. 366.

[4] Siehe de praescr. 36; adv. Marc. IV, 5 (vgl. dazu die Reihenfolge im Murat. Fragment, die anders ist, aber auch mit Cor. beginnt und mit Rom. schließt). Über die Stellung von Col. läßt sich nichts ausmachen. Siehe Zahn, a. a. O. S. 344 ff.

lung eine andere Sukzession der Briefe bot[1]. Verwechslungen von Schriften sind bei Tertullian sehr selten[2]. Über Stellen, die als Zitate aus Schriften erscheinen, aber dort nicht gefunden werden, s. Anhang I.

§ 2. Schriften, welche die Bibel begleiteten.

Die Schriften, welche Tertullian an ein paar Stellen seiner Werke unter dem Namen »Apokrypha« meint, gehören nicht in diesen Paragraphen. De anima 2 schreibt er: »Visa est quidem [philosophia] sibi et ex sacris, quas putant, litteris hausisse, quia plerosque auctores etiam deos existimavit antiquitas, nedum divos, ut Mercurium Aegyptium, cui praecipue Plato adsuevit, ut Silenum Phrygem .... ut Hermotimum .... ut Orpheum, ut Musaeum, ut Pherecydem Pythagorae magistrum. quid autem, si philosophi etiam illa incursaverunt, quae penes nos apocryphorum confessione damnantur[3], certos nihil recipiendum quod non conspiret germanae et ipso iam aevo pronatae propheticae paraturae, quando et pseudoprophetarum meminerimus?« Hiernach ist es klar, daß er unter »Apocrypha« gnostische Prophetenschriften versteht, nicht aber apokryphe Schriften im späteren kirchlichen Sinn des Wortes. Dasselbe folgt ebenso deutlich aus de resurr. 63, wo dem Gnostiker gesagt wird: »Nihil mirum, si odisti [scil. resurrectionem], cuius auctorem quoque respuisti, quam et in Christo aut negare aut mutare consuesti, proinde et ipsum sermonem dei, qui caro factus est, vel stilo vel interpretatione corrumpens, arcana etiam apocryphorum superducens, blasphemiae fabulas.« Dieser Sinn von »Apocrypha« wird durch de pud. 10 und 20 bestätigt. Hier nennt er den »Hirten des Hermas«, da er sich nunmehr überzeugt hat, er sei eine schlechthin verwerfliche, unsittliche Schrift »Pastor apocryphus« und rechnet ihn unter die »apocrypha et falsa«. Von einer kirchlich zu benutzenden apokryphen Literatur weiß Tertullian schlechterdings nichts[4].

[1] Daß Tertullian de praescr. 36 (init.) voraussetzt, die Briefe der Apostel seien noch im Original im Besitz der Gemeinden, an die sie gerichtet, ist wahrscheinlich. Von Bedeutung ist diese aprioristische Annahme natürlich nicht.

[2] Adv. Iud. 4: »Dicit enim Esaias propheta: ‚Sabbata vestra odit anima mea' (Jes. 1, 14), et alio loco dicit: ‚Sabbata mea profanastis'« (Ezech. 22, 8), braucht keine Verwechslung zu sein, da man zu dem zweiten »dicit« nicht notwendig »Esaias« supplieren muß. Wohl aber sind in de fuga 2 die Häretiker in I. Tim. 1, 20 mit denen in II. Tim. 1, 15 verwechselt. Bei den Zitaten aus der profanen Literatur sind Verwechslungen, z. T. schlimme, häufiger.

[3] Um kirchliche Urteile im Zusammenhang mit der Feststellung des N. T. handelt es sich.

[4] Es ist ein Zeichen der fortschreitenden kirchlichen Stabilisierung, daß der Name »Apokryphen«, der ursprünglich nur häretischen Schriften galt, auf solche Bücher übertragen wurde (vgl. Hieronymus), die, obgleich gut christlich, doch nicht für kanonisch gelten dürfen.

Aber mit und neben der Bibel sind doch auch noch andere Schriften zu ihm gelangt, und zwar erstens mindestens zwei jüdische Apokalypsen. Zwar behauptet er adv. Iud. 8, die Juden hätten nach Christus keine prophetischen Schriften mehr hervorgebracht[1]; aber diese Behauptung vermag er nur aufzustellen, weil er die späteren jüdischen prophetischen Schriften, die ihm neben dem A. T. bekannt geworden sind, irrtümlich für vorchristlich hält.

Das Buch Henoch ist ihm vermutlich zusammen mit der Bibel bekannt geworden, und er legt es unbedenklich dem alten Henoch bei. In de idol. 4 zitiert er es zweimal neben den heiligen Schriften und begreift es mit unter dem Titel »scripturae«. In c. 15 zieht er es noch einmal herbei und sagt: »Spiritus sanctus ventura praececinit per antiquissimum propheten Enoch.« Ein weiteres Zitat steht de cultu II, 10, und es folgt ihm ein Zitat aus Jesaias. Hiernach müßte man urteilen, daß die Apokalypse Henoch in seinem A. T. gestanden hat. Allein wie es sich wirklich verhält, zeigt die kanonsgeschichtlich außerordentlich wichtige Stelle de cultu I, 3. Sie beginnt mit den Worten: »Scio scripturam Enoch, qui hunc ordinem angelis dedit, non recipi a quibusdam, quia nec in armarium Iudaicum admittitur. opinor, non putaverunt illam ante cataclysmum editam post eum casum orbis omnium rerum abolitorem salvam esse potuisse.« Tertullian zeigt demgegenüber, daß Noah das Buch wohl gerettet haben kann, oder daß er es eventuell aus dem Gedächtnis wiederhergestellt hat; dann fährt er fort: »Sed cum Enoch eadem scriptura etiam de domino praedicarit, a nobis quidem nihil omnino reiciendum est quod pertineat ad nos, et legimus omnem scripturam aedificationi habilem divinitus inspirari. a Iudaeis potest iam videri propterea reiecta, sicut et cetera fere quae Christum sonant. nec utique mirum hoc, si scripturas aliquas non receperunt de eo locutas, quem et ipsum coram loquentem non erant recepturi. eo accedit, quod Enoch apud Iudam apostolum testimonium possidet.«

Aus dieser Darlegung ergibt sich:

(1.) Die karthaginiensische Kirche hatte das Buch Henoch nicht in ihrem A. T.

(2.) Sie hatte es nicht und wollte es auch nicht aufnehmen, weil die Juden es nicht in ihrem A. T. hatten[2].

---

[1] »Post adventum Christi et passionem ipsius iam non visio neque prophetes est qui Christum nuntiet venturum. denique hoc si non ita est, exhibeant Iudaei prophetarum post Christum aliqua volumina, angelorum aliquorum visibilia miracula, quae retro patriarchae viderunt usque ad adventum Christi,« etc.

[2] Davon konnte man sich leicht überzeugen. In Karthago und in andern Städten Afrikas gab es Judengemeinden; s. Monceaux, Les colonies Juives dans l'Afrique Romaine (Rev. des Études Juives, 1902) und meine Missionsgesch. I[2], S. 3.

(3.) Tertullian unterstellt denen, die das Buch ablehnten, daß sie ihre Ablehnung auch durch Bezweiflung der Echtheit des Buchs stützten. Oder haben sie wirklich dieses Argument geltend gemacht?

(4.) Er selbst wünscht das Buch aus fünf Gründen im A. T. der Kirche zu sehen: a) weil seiner Echtheit nichts im Wege steht, b) weil in das A. T. alles gehört, was über Christus weissagt, c) weil alles Erbauliche nach Paulus von der Gottheit inspiriert sei[1], d) weil der Umfang des jüdischen A. Ts. für die Kirche nicht maßgebend sein könne; denn die Juden hätten vieles ausgemerzt, ja ganze Schriften, weil sie Christum verkündigen[2], e) weil das Buch Henoch durch den Brief des Apostels Judas bezeugt sei.

(5.) Tertullian teilt die Voraussetzung nicht, daß das A. T., wie es von den Christen als Sammlung anzuerkennen und in Gebrauch zu nehmen ist, schlechthin abgeschlossen sei (da man sich einfach an den Kanon der Juden zu halten habe), vielmehr ist er der Meinung, daß die Akten noch nicht geschlossen seien. Diese Meinung ist, wenn sie jemals in weiteren christlichen Kreisen bestanden hat, sehr bald in der Kirche zum Schweigen gekommen[3]. Hätte sie sich durchgesetzt und mit ihr das unbedacht von Tertullian ausgesprochene Prinzip, alles Erbauliche sei inspiriert, so wäre das A. T. zersetzt worden (bzw. auch das N. T.). Unsere Stelle aber ist nicht die einzige, in welcher Tertullian seine Vorstellung, der Umfang beider Testamente stehe unter der Revision der Kirche, zum Ausdruck gebracht hat; vgl. das »damnantur« und das »certi nihil recipiendum[4] quod non conspiret germanae et propheticae paraturae« (de anima 2, s. o.), was voraussetzt, daß die Kirche noch immer rezipieren könne, und siehe weitere Belegstellen unten. Wäre es nach Tertullian gegangen, so hätten wir also das Henochbuch im A. T. Zweifellos hätte es dort Unfug angerichtet.

---

[1] Dieser Satz ist aus einer unstatthaften Umkehrung von II Tim. 3, 16 entstanden.

[2] Für diese Behauptung konnte sich Tertullian aus der älteren christlichen Literatur, soviel wir wissen, nur auf Justian stützen. Aber daß die Juden aus antichristlicher Tendenz ganze Schriften verworfen hätten, davon sagt Justian nichts, und schwerlich hat ein christlicher Schriftsteller vor Tertullian diese exorbitante Behauptung aufgestellt.

[3] Lehrreich ist es zu vergleichen, wie anders zwei Jahrhunderte später Hieronymus das Buch Henoch behandelt. Im Kommentar zu Ps. 134 zieht er es heran, aber salviert sich mit den Worten: »non in auctoritatem, sed in commemorationem«. Dies entspricht seiner allgemeinen Anweisung, wie man »Apokryphen« zu lesen habe »non ad dogmatum veritatem, sed ad signorum reverentiam«. Im Kommentar zu Titus c. 1 schreibt er: »Qui putant totum librum debere sequi eum qui libri parte usus sit, videntur mihi et apocryphum Enoch, de quo apostolus Judas in epistula sua testimonium posuit, inter ecclesiae scripturas recipere, et multa alia quae apostolus Paulus de reconditis est locutus«. Hieronymus will also die Folgerung nicht gelten lassen, die Tertullian aus dem Henochzitat bei Judas für die Dignität des Henochbuchs zieht.

[4] Vgl. zu diesem Ausdruck das Murat. Fragment.

Die andere Apokalypse, welche Tertullian wahrscheinlich kennt, ist das sogenannte 4. Buch Esra. In de praescr. 3 zitiert er mit »inquit« den Spruch IV Esra VIII, 20 (Violet S. 228): »oculi domini alti«. Nur dieses einzige Zitat findet sich; es ist also eine sehr schmale Grundlage, auf welcher die Behauptung, Tertullian habe dieses Buch gekannt und als heilig geschätzt, beruht; aber sie reicht meines Erachtens aus[1].

Auch wenn Tertullian nichts neben dem A. T. zitieren würde, so beweisen doch manche Auslegungen, daß er das Buch zusammen mit einer exegetischen Tradition erhalten hat. Soviel Eigentümliches die Tertullianische Exegese bietet — improvisiert war sie nicht überall, vielmehr erkennt man an einer Fülle von Stellen, durch Vergleichung mit Exegesen anderer, daß er auf einer Überlieferung fußt. Diese Überlieferung war zum Teil eine jüdische (s. einige Exegesen in adv. Marc. II. III und adv. Iud.), zum Teil eine christliche. Ob die jüdische eine vermittelte oder direkte war, läßt sich im einzelnen Fall nicht entscheiden. Aus Justins Dialog mit Trypho konnte er viel entnehmen, und daß er Justin gekannt hat, wird sich unten zeigen. Aber aus Verhandlungen und Disputationen mit Juden ließ sich auch manches lernen. Solche haben stattgefunden; beginnt doch Tertullian seinen Traktat adv. Judaeos (c. 1) mit den Worten: »Proxime accidit, disputatio habita est Christiano et proselyto Judaeo. alternis vicibus contentioso fune uterque diem in vesperam traxerunt. obstrepentibus etiam quibusdam ex partibus singulorum nubilo quodam veritas obumbrabatur. placuit ergo, quod per concentum [contentum?] disputationis minus plene potuit dilucidari, inspici curiosius et lectionibus [lectionis?] stilo quaestiones retractatas terminare«[2]. Aber auch manches Einzelne zeigt, daß Tertullian von einer das A. T. begleitenden Tradition Kenntnis genommen hat. Er kennt den Aristeasbrief oder weiß doch von seinem Inhalte (Apol. 18). Er beruft sich auf den »Judaeus Josephus antiquitatum Judaicarum vernaculus vindex« (Apol. 19) — ob er ihn wirklich gelesen hat, bleibt dunkel. Er kennt die Legende, daß Esra das »instrumentum Judaicae litteraturae« aus dem Gedächtnis wiederhergestellt habe (de cultu I, 3). Er weiß von der Zersägung des Jesajas (de pat. 14, Scorp. 8), der Steinigung des Jeremias (Scorp. 8) und dem Mord des Zacharias »inter altare et aedem, perennes cruoris sui maculas silicibus assignans«[3] (a. a. O.). Er weiß auch, daß der Prophet I Reg. 13 der

---

[1] Ob adv. Marc. IV, 16 (»loquere in aures audientium«) auf Esra XV, 1 zu beziehen ist (dieses Kapitel gehört bekanntlich nicht zur Esra-Apokalypse), lasse ich dahingestellt.

[2] Daß dieser Eingang auf einer literarischen Fiktion beruht, läßt sich nicht erweisen.

[3] Christliche Überlieferung?

dort nicht genannt ist, »Sameas« geheißen habe[1]. Endlich kennt er das jüdische Sibyllenorakel III, 108 ff. (ad nat. II, 10)[2].

Auch neben der neutestamentlichen Sammlung hat Tertullian urchristliche Schriften gekannt. Zwar von den Clemensbriefen[3], den Ignatiusbriefen, dem Polykarpbrief[4] und Papias[5] finden sich keine Spuren bei ihm und die Kenntnis der Didache ist eine bloße Möglichkeit[6], die des Barnabasbriefes nicht einmal eine solche trotz einiger Berührungen (adv. Marc. III, 7 und adv. Jud. 14 mit c. 7; adv. Marc. III, 18 und adv. Jud. 10 mit c. 12). Auch eine Kenntnis der Testamenta XII patriarcharum wird man nicht auf eine flüchtige Berührung in Scorp. 13 gründen wollen. Aber gekannt hat er außerhalb des N. Ts. den Hebräerbrief, den Hirten des Hermas und die Acta Pauli[7].

Den Hirten des Hermas hat er bereits in einer lateinischen Version gekannt[8] und de orat. 16 also eingeführt: »Item quod adsignata oratione adsidendi mos est quibusdam, non perspicio rationem, nisi quam pueri volunt. quid enim, si Hermas ille, cuius scriptura fere ‚Pastor' inscribitur, transacta oratione non super lectum adsedisset, verum aliud quid fecisset, id quoque ad observationem vindicaremus? utique non. simpliciter enim et nunc positum est: ‚Cum adorassem et adsedissem super lectum', ad ordinem narrationis, non ad instar disciplinae. alioquin nusquam erit adorandum, nisi ubi fuerit lectus. immo contra scripturam fecerit, si quis in cathedra aut subsellio sederit.« Er rechnet den »Hirten« also zu den heiligen Schriften — zum N. T. gehörte er damals schwerlich in Karthago; denn für dogmatische Beweise benutzt ihn Tertullian nie — und findet es daher in der Ordnung, daß man sich für eine Frage der Disziplin auf ihn beruft, bestreitet also nur in dem gegebenen Fall die Anwendung.

---

[1] Dieser Name kommt meines Wissens sonst in der Überlieferung für diesen Propheten nicht vor (wohl aber andere).

[2] Dieses Orakel gehört der Zeit um 140 a. Chr. an. Tertullian, der sonst keine Kenntnis der jüdischen Sibyllenorakel verrät, wird es aus indirekter Überlieferung erhalten haben.

[3] In Apol. 48 ist nur ein ganz unsicherer Anklang. Andere Anklänge, die nichts beweisen, sind de resurr. 12. 13 und de virg. vel. 13. Den »von Petrus zum Bischof ordinierten römischen Clemens« kennt er (de praescr. 32). Die römische Bischofsliste hat er bei Irenäus gefunden, vielleicht aber besaß er sie auch von Rom her direkt.

[4] Den Polykarp kennt er, und zwar als von Johannes in Smyrna eingesetzten Bischof (a. a. O., ebenfalls nach Irenäus).

[5] Aus Hieron. de vir. inl. 18 (s. auch Gennadius) folgt nicht, daß Tertullian ihn gekannt hat.

[6] De orat. 11: »Alias enim ‚Via' cognominatur disciplina nostra« — das reicht nicht aus.

[7] Hierher wäre auch I. Pet. zu rechnen, wenn er nicht im Neuen Testament selbst stand, s. o.

[8] Siehe meine Altchristl. Lit.-Gesch. II, 2, S. 312 ff.

Auch in der verlorenen Schrift de censu animae hat er ihn benutzt[1]. Allein dann hat er als Montanist sein Urteil gründlich geändert. Um das Jahr 200 und später noch haben, wie auch das Muratorische Fragment lehrt, Verhandlungen darüber in den Kirchen stattgefunden, ob der »Hirte« förmlich dem N. T. zuzurechnen sei — ein weiterer Beweis (s. o.) dafür, daß sich die Kirchen damals noch die Kompetenz beilegten, über den Umfang der neuen Sammlung nach eigenem Ermessen zu entscheiden. Wie der Verfasser des Muratorischen Fragments lehnt Tertullian nunmehr den »Hirten« ab, aber mit Gründen, die die ablehnende Motivierung Jenes weit hinter sich lassen. Er erklärt (de pudic. 10): »Sed cederem tibi [scil. seinem Gegner, in erster Linie dem römischen Bischof Kallist], si scriptura Pastoris, quae sola moechos amat, divino instrumento meruisset incidi, si non ab omni concilio ecclesiarum, etiam vestrarum, inter apocrypha et falsa iudicaretur, adultera et ipsa et inde patrona sociorum, a qua et alias initiaris, cui ille, si forte, patrocinabitur pastor quem in calice depingis .... de quo nihil libentius libas quam ovem paenitentiae secundae.« Dazu a. a. O. 20: »Et utique receptior[2] apud ecclesias epistola Barnabae illo apocrypho Pastore moechorum.« Daß alle Kirchen ihn verurteilt hätten, ist eine Behauptung, die Tertullian selbst durch seine animose Polemik widerlegt.

Die in dieser Polemik genannte »epistula Barnabae« ist der Hebräerbrief. Wie Tertullian ihn a. a. O. einführt, beweist, daß er in dem afrikanischen N. T. fehlte und ihn Tertullian aus gelehrter Überlieferung kennen gelernt hat[3]. »Volo ex redundantia alicuius etiam comitis apostolorum testimonium superducere, idoneum confirmandi de proximo iure disciplinam magistrorum. extat enim et Barnabae titulus ad Hebraeos, a deo satis auctorati viri.« Doch weiß er, daß er in einigen Kirchen zum N. T. gerechnet wird. Es wird das eine Kunde aus dem Orient sein; aber speziell aus Alexandrien braucht sie nicht zu stammen. In de pud. 20 hat er ein ganzes Stück aus Hebr. 6 mitgeteilt; aber sonst den Brief wenig benutzt[4]. Für den eigentlichen Schriftbeweis kommt er niemals in Betracht.

---

[1] Siehe meine Abhandlung über Tertullian in der Literatur der alten Kirche (Sitzungsber. 1895, 13. Juni).

[2] »Receptior« — man sieht wiederum die Unbefangenheit, die sich daran nicht stößt, daß der Umfang der neuen Sammlung nicht in allen Kirchen derselbe ist.

[3] Er will ihn auch nicht im Neuen Testament sehen; denn Barnabas ist ihm kein Apostel.

[4] Von den bei Roensch (a. a. O. S. 565 ff.) zusammengestellten Zitaten sind die meisten zu streichen, denn sie sind bloße Anklänge, die nichts beweisen, oder können auch auf die ATlichen Stellen bezogen werden, die im Hebräerbrief zitiert sind.

Am frappierendsten ist, daß die erst kürzlich entstandenen »Acta Pauli« aus Kleinasien nach Karthago gekommen sind, und zwar nicht nur zu dem Gelehrten, Tertullian, sondern auch zur Gemeinde, und daß manche Gemeindeglieder (wie viele?) sie, durch den Titel verführt, für eine zuverlässige Schrift erachtet und sich auf sie in einer wichtigen Frage berufen haben. Hier ist Tertullian aber der Kritische. Er schreibt (de bapt. 17)[1]: »Quodsi qui Pauli perperam inscripta legunt, exemplum Theclae ad licentiam mulierum docendi tingendique defendunt, sciant in Asia presbyterum, qui eam scripturam construxit, quasi titulo Pauli de suo cumulans, convictum atque confessum, id se amore Pauli fecisse, loco decessisse.« Diese Worte machen den Eindruck, daß Tertullian selbst Kunde über den Ursprung dieser Schrift eingezogen und die intime Mitteilung aus der Gemeinde erhalten hat, in welcher sich dieser in der Geschichte der gefälschten christlichen Literatur einzigartige Fall abgespielt hat[2]. Ob diese falschen Paulusakten, sei es vollständig, sei es teilweise, sofort ins Lateinische übersetzt worden sind, läßt sich nicht sicher ermitteln; aber unwahrscheinlich ist es nicht, daß die Theklageschichte, die das größte Interesse erregen mußte, sehr bald den lateinischen Christen dargeboten worden ist[3].

Abgesehen von dem, was man aus dem N. T. über das apostolische Zeitalter erfahren konnte, weiß Tertullian fast nichts von demselben; denn daß er keine Acta Pilati gekannt (Apol. 21), vielmehr was er von ihnen sagt, aus Justins Apologie entnommen hat, glaube ich (Altchristl. Lit.-Gesch. II, 1, S. 603 ff.) ausreichend bewiesen zu haben. (Über die Tiberiuslegende s. u.)

Tertullian weiß, daß Petrus und Paulus zu Rom unter Nero Märtyrer geworden sind, und zwar Petrus durch Kreuzigung, Paulus durchs Schwert (Apol. 21; de praescr. 36; adv. Marc. IV, 5;

---

[1] Siehe die Wiederherstellung des verderbten Textes bei Zahn, Kanonsgesch. II, S. 892.

[2] Mit Kleinasien hat Tertullian als Montanist sicherlich Fühlung gehabt. Dort sind wohl auch die »Konzilien« zu suchen, die über den »Hirten« abgeurteilt haben (s. o.) — denn damals gab es wahrscheinlich außerhalb Kleinasiens nur erst wenige Konzilien. De ieiun. 13 liest man: »Aguntur praeterea per Graecias illa certis in locis concilia ex universis ecclesiis, per quae altiora quaeque in commune tractantur, et ipsa repraesentatio totius nominis Christiani magna veneratione celebratur.« Ob ihm förmliche Konzilsprotokolle zugegangen sind, läßt sich nicht ausmachen. Die Schrift ad Scapulam beweist, daß er Mitteilungen aus verschiedenen Kirchen erhalten hat und hervorragende Ereignisse aus verschiedenen Provinzen in bezug auf Christenprozesse kennt; aber über die Formen, in denen ihm bez. seinen Gewährsmännern solche Mitteilungen zugegangen sind, wissen wir nichts.

[3] Siehe über die lateinischen Thekla-Akten v. Gebhardt i. d. Texten u. Unters. Bd. XXII, 2.

Scorp. 15)[1]. Diese Nachricht kann auf einer schriftlichen Quelle beruhen[2], braucht es aber nicht; denn der Märtyrertod der beiden Apostel wurde zur Zeit Tertullians überall in den Kirchen erzählt. Von dem Apostel Johannes weiß er, daß er »ein Verschnittener um Christi willen« war (de monog. 17), und daß er in Rom, ohne Schaden zu nehmen, in siedendes Öl getaucht worden sei (de praescr. 36)[3]. Das kann aus Johannesakten genommen sein; aber notwendig ist diese Annahme nicht. Auch hier kann man, zumal bei der zweiten Nachricht, an eine römische Lokaltradition denken; Tertullian ist ja längere Zeit in Rom gewesen[4]. Die erste Aussage ist wohl sehr bald aus der Apokalypse abstrahiert worden, sofern sie nicht Überlieferung ist.

Andere eigentümliche Nachrichten über das apostolische Zeitalter bietet Tertullian nicht[5].

§ 3. Montanistische Aufzeichnungen und Gegenschriften.

Für Tertullian, den Montanisten, hatten die Orakelsprüche der phrygischen Propheten den Wert von heiligen Schriften[6], und er unterläßt es nicht, sich in bezug auf die Lehre und die Disziplin auf sie wie auf jene zu berufen. Diese seine Zitate der montanistischen Sprüche sind öfters zusammengestellt worden[7]. Man muß annehmen, daß die Sprüche auch in einer besonderen Sammlung in Karthago bzw. Rom zugänglich waren, die zugleich eine gewisse Ko-

[1] Wenn hier auch steht: »Petrus caeditur«, so ist schon deshalb auf keine besondere Quelle zu schließen, weil Tertullian hier den Inhalt der Acta Ap. angibt. Er hat sich einfach geirrt.

[2] Auf einer solchen aber beruht schwerlich die Mitteilung, Petrus habe im Tiber getauft (de bapt. 4); sie ist einfach eine Folgerung.

[3] De anima 50 wird bemerkt, daß Johannes eines natürlichen Todes gestorben sei (das ergab sich aus Joh. 21; s. Irenäus).

[4] Persönliche Beziehungen zu Rom und der römischen Gemeinde gehen durch mehrere Schriften Tertullians. Dennoch vermögen wir weder die Mitteilung des Eusebius (h. e. II, 12), noch die wohl aus dem verlorenen Werk Tertullians Περὶ ἐκστάσεως stammende Angabe des Hieronymus (de vir. inl. 53: »Tertullianus, usque ad mediam aetatem presbyter ecclesiae, invidia postea et contumeliis clericorum Romanae ecclesiae ad Montani dogma delapsus«) in ein helles Licht zu rücken.

[5] Wenn er adv. Marc. IV, 5 schreibt: »Habemus et Joannis alumnas ecclesias; nam etsi Apocalypsin eius Marcion respuit, ordo tamen episcoporum ad originem recensus in Joannem stabit auctorem«, so wird schwerlich jemand darin eine wirkliche Überlieferung erblicken wollen.

[6] Vgl. auch das Proömium zu den Acta Perpet. et Felic.: »Prophetias et visiones novas .... ad instrumentum ecclesiae deputamus .... necessario et digerimus et ad gloriam dei lectione celebramus.«

[7] Vgl. Bonwetsch, Geschichte des Montanismus, 1881 und meine Altchristl. Lit.-Gesch. I, S. 238 f.

difikation montanistischer Gebräuche enthielt[1]; denn Tertullian schreibt de ieiun. 11: »Omnia autem ista credo ignota eis qui ad nostra [scil. paracletica Montanistarum instituta] turbantur aut sola forsitan lectione non etiam intentione comperta, secundum maiorem vim imperitorum apud gloriosissimam scil. multitudinem psychicorum«[2]. Einmal hat auch Tertullian auf die Acta Perpetuae et Felicitatis, die uns zum Glück noch erhalten sind, und die montanistisches Gepräge tragen[3], angespielt, nämlich de anima 55: »Quomodo Perpetua fortissima martyr sub die passionis in revelatione paradisi solos illic commartyres suos vidit, nisi quia nullis romphaea paradisi ianitrix cedit nisi qui in Christo decesserint, non in Adam.« Endlich teilt uns Hieronymus mit, daß Tertullian im 7. Buch des verlorenen Werks »de ecstasi« sich mit der antimontanistischen Schrift des Kleinasiaten Apollonius polemisch auseinandergesetzt habe (de vir. inl. 40, 53). Dieses uns aus Eusebius bekannte Werk war also nach Karthago gekommen.

§ 4. Gottesdienstliches.

An zahlreichen Stellen (s. z. B. Apol. 30. 39; de spect. 4. 24. 25; de cultu I, 2; de orat. 27. 28; de coron. 3. 13; de idol. 6. 18; de bapt. 2. 6—8 usw.; de praesc. 13; de virg. vel. 1; adv. Prax 2; de anima 35 usw.) spielt Tertullian auf die ständigen gottesdienstlichen Formeln, liturgischen Worte (besonders bei der Taufe) und das Symbol an oder gibt sie wörtlich wieder. Aber nirgendwo hat man den Eindruck, daß er schriftlich Fixiertes hier zur Unterlage hat[4]. Daher muß dieses ganze Gebiet für uns ausscheiden[5].

[1] Die Sammlung wird in griechischer Sprache vorhanden gewesen sein (doch mag es auch eine lateinische Übersetzung gegeben haben); denn Tertullian entnimmt ihr griechische Stichworte, s. z. B. de ieiun. 12. 13: ταπεινοφρόνησις.

[2] Die Prophetie ging in den montanistischen Gemeinden auch nach Montanus, Maximilla und Priszilla noch fort, aber ob ihre Hervorbringungen samt den neuen »Psalmen« niedergeschrieben worden sind, steht dahin. Siehe de anima 9: »Nam quia spiritualia charismata agnoscimus, post Ioannem quoque prophetiam meruimus consequi. est hodie soror apud nos revelationum charismata sortita, quas in ecclesia inter dominica sollemnia per ecstasin in spiritu patitur« usw., und adv. Marc. V, 8: »Exhibeat Marcion dei sui dona, aliquos prophetas . . . edat aliquem psalmum, aliquam visionem, aliquam orationem« usw.

[3] Sie sind höchst wahrscheinlich von Tertullian selbst bevorwortet und komponiert.

[4] Es ist aber auch unwahrscheinlich, daß damals überhaupt schon etwas schriftlich Fixiertes auf diesem Gebiete existiert hat, ausgenommen die »Didache«.

[5] Wie bei den montanistischen Psalmen muß es bei den kirchlichen Psalmen und Hymnen (auf solche spielt Tertullian auch an) mindestens dahingestellt bleiben, ob sie bereits niedergeschrieben waren. Anders steht es bei gewissen gnostischen Psalmen (s. u.). — Daß es in der Kirche auch schon Gesänge gab, welche die Märtyrer verherrlichten, zeigt Scorp. 7, wo Tertullian zu Prov. 1, 20 (»Sophia in exitibus cantatur hymnis«) bemerkt: »cantatur enim et exitus martyrum.«

§ 5. Apologetische Literatur.

Nicht nur Tertullian, der Apologet, sondern auch Tertullian, der christliche Dogmatiker, hat die Grundlagen vieler seiner christlichen Erkenntnisse, so originell und bedeutend er sie auch ausgebaut hat, den älteren griechischen Apologeten zu verdanken[1]. Im ersten Bande meines Lehrbuchs der Dogmengeschichte habe ich das dargelegt, und in derselben Richtung bewegen sich die trefflichen kurzen Ausführungen Geffckens[2] und Heinzes[3]. Tertullians schuldigen Dank gegenüber den griechischen Apologeten vermißt man, wie üblich. Den Justin, dem er am meisten verpflichtet ist, hat er einmal genannt, aber nicht als Apologeten, sondern als Antignostiker (s. u. § 6), und was er ihm schuldig ist, kommt auch dort nur in einem allgemeinen Satze zum Ausdruck. Die übrigen hat er überhaupt nicht erwähnt, sondern sie nur einmal in einer Gruppe zusammengefaßt und ihre Schriften so charakterisiert, daß er von der Bedeutung, die sie für ihn gehabt haben, kaum etwas ahnen läßt. De testim. anim. 1 schreibt er: »Nonnulli quidem, quibus de pristina litteratura et curiositatis labor et memoriae tenor perseveravit, ad eum modum opuscula penes nos condiderunt, commemorantes et testificantes in singula rationem et originem traditionum et sententiarum argumenta, per quae recognosci possit nihil nos aut novum aut portentosum suscepisse, de quo non etiam communes et publicae litterae[4] ad suffragium nobis patrocinentur, si quid aut erroris eiecimus aut aequitatis admisimus.« Unter diesen »opuscula« können nur die Schriften griechischer Apologeten des Christentums verstanden sein.

Daß Tertullian die Apologie Justins gelesen hat, läßt sich zunächst an zwei Einzelheiten sicher nachweisen. Er erzählt, daß die Römer »Simonem Magum statua et inscriptione Sancti Dei inauguraverunt« (Apol. 13), und er hat das wichtigste Kapitel seines Apologetikums, das 21. — die erste Darlegung der christlichen Lehre in lateinischer Sprache —, mitsamt den Verweisungen auf angebliche Pilatusakten

---

[1] Daß des Minucius Felix »Octavius« nicht zu den Quellen Tertullians gehört, sondern umgekehrt von Tertullian abhängig ist, ist durch meine und Heinzes Nachweise sichergestellt.

[2] »Zwei griechische Apologeten« 1907, S. 282—286.

[3] »Tertullians Apologeticum« 1910, Einleitung u. sonst.

[4] Vgl. dazu de idol. 10. Hier gibt Tertullian zu, daß man die heidnischen »litterae« als Christ zwar nicht lehren dürfe, aber lernen müsse. Er weist den Einwurf nicht zurück: »Quomodo quis institueretur ad prudentiam interim humanam vel ad quemcumque sensum vel actum, cum instrumentum sit ad omnem vitam litteratura?« Und er selbst sagt rund: »Christiano necessitas ad excusationem deputatur, quia aliter discere non potest.« Ein auf dem Standpunkt Tertullians beachtenswertes Zugeständnis.

ganz mit Justinischen Mitteln entworfen[1]. Steht das fest, so ist man berechtigt, bei den zahlreichen sachlichen Übereinstimmungen in dem apologetischen Material, in der apologetischen Methode, in der Verwertung des A. T.s als Beweisinstrument, in der Beurteilung der heidnischen Philosophen und Dichter als Plagiatoren[2], in der Dämonenlehre, in der Gottes- und Logoslehre, in der Auferstehungslehre usw. sich immer zu erinnern, daß Tertullian den Justin gelesen hat. Eine Untersuchung, welche einzelne Gedanken er hier Justin, bzw. ausschließlich Justin, verdankt, wird niemals zum Ziele führen, da Tertullian, wie er selbst sagt (s. o.), mehrere apologetische Schriften gekannt hat und diese alle unter sich blutsverwandt sind. Aber daß die Ausführung über die Befehdung des »nomen Christianum« (Apol. 2 und ad nat. I, 3) von Justin, Apol. I, 4, über die empörenden Vorwürfe gegen die Christen, widernatürliche Verbrechen betreffend (Apol. 7), von Justin, Dial. 10, daß ferner Apol. 22 (47) von Justin I, 54, Apol. 23 von Justin I, 18, Apol. 27 von Justin I, 5, Apol. 38 von Justin I, 9 und Apol. 45 von Justin I, 12 abhängig ist — und zwar zum Teil wörtlich — ist evident.

In dieser Zusammenstellung ist bereits auch der Dialog des Justin mit Trypho genannt. Daß Tertullian auch ihn gekannt, ja sorgfältig gelesen und namentlich für adv. Marc. III und adv. Jud. verwertet hat (aber auch für einige Ausführungen in anderen Schriften), zeigen die, wenn auch zu sichtenden, Nachweisungen Ottos in seinem Kommentar zum Dialog c. 10. 12. 16. 19. 29. 31. 33—35. 40. 51. 61. 73. 75. 77. 78. 83. 84. 87. 89—91. 94. 97. 100. 102. 103. 106. 110. 113. Man darf sagen, daß die ganze Konzeption Tertullians in bezug auf die messianische Polemik gegen das Judentum Plagiat nach Justins Dialog ist. Selbst wörtliche Übereinstimmungen finden sich hier und in anderen Parallelen[3]. Hier wie bei der Benutzung der Justinischen Apologie nehmen sich freilich die Justinischen Ausführungen neben den Tertullianischen wie Schamaden neben Fanfaren aus; aber die Schamaden haben die Fanfaren erst ermöglicht.

---

[1] Den Nachweis s. in meiner Altchristl. Lit.-Gesch. II, 1, S. 603 ff. Damit erledigen sich auch die famosen Pilatusakten als Tertullianisches Problem. Er hat sie aus Justin (s. o.). Originales bleibt dennoch genug übrig.

[2] Siehe Apol. 47: »Divina litteratura thesaurus fuit posteriori cuique sententiae .... Quis poetarum, quis sophistarum, qui non omnino de prophetarum fonte potaverit? inde igitur et philosophi sitim ingenii sui rigaverunt.« Dazu für den reichen Inhalt der Heiligen Schrift de spect. (Schluß).

[3] Man beachte z. B., daß Tertullian in bezug auf die widernatürlichen Verbrechen, die man den Christen vorwirft, sagt (Apol. 8): »ut fidem naturae ipsius appellem adversus eos qui talia credenda esse praesumunt«, Justin aber (Dial. 10): οὐ πιστεῦσαι ἄξιον· πόρρω γὰρ κεχώρηκε τῆς ἀνθρωπίνης φύσεως.

Was die Kenntnis anderer Apologien bei Tertullian betrifft, so steht die Benutzung Tatians fest[1]. Ich habe ausführlich über sie (Texte und Unters. I, 1, S. 220 ff., vgl. Altchristl. Lit.-Gesch. I, S. 487 f.) gehandelt und brauche dem nichts hinzuzufügen; nur die Hypothese, Tertullian habe neben seiner Benutzung Tatians auch noch eine Quelle mit ihm gemeinsam gehabt (in Apol. 46 vgl. mit Tatian 2), ist mir zweifelhafter geworden. Für die Logoslehre, namentlich aber für die Chronologie, ist Tertullian dem Tatian verpflichtet.

Daß Tertullian den wenig gelesenen Athenagoras gekannt hat, läßt sich nicht erweisen. Die Berührungen bestehen in Gemeinplätzen, und auch die Beurteilung der zweiten Ehe (de exhort. 9): »stupri affine esse secundum matrimonium«, braucht keineswegs auf Athenag., Suppl. 33 (εὐπρεπὴς μοιχεία) zurückzugehen.

Werke des Theophilus sind ins Abendland gekommen und dem Laktanz bekannt gewesen (Inst. div. I, 23); als Chronograph hat er Bedeutung erlangt (Laktanz hat ihn auch sonst benutzt). Sicher hat schon Irenäus ihn gekannt; aber daß Tertullian die Bücher ad Autolycum gelesen hat (über seine Bekanntschaft mit dem Buch des Theophilus gegen Hermogenes s. u.), ist nicht zu beweisen, wenn auch manches für diese Annahme spricht[2].

Dem Justin und Tatian ist Tertullian verpflichtet; jenem verdankt er mehr, diesem ist er in der Stimmung verwandter.

§ 6. Antignostische und gnostische Literatur.

In allen seinen Werken verweist Tertullian nur einmal mit Namen auf eine Gruppe von Vorgängern, an deren Schriften er sich gehalten hat, nämlich in dem um das Jahr 207/8 verfaßten Traktat adv. Valent. 5.

Nachdem er in c. 1—4 dieser Schrift eine allgemeine Charakteristik der valentinianischen Sekte und ihrer Verzweigungen gegeben hat, fährt er fort: »Mihi autem cum archetypis erit limes principalium magistrorum, non cum adfectatis ducibus passivorum discipulorum, nec undique dicemur ipsi nobis finxisse materias, quas tot iam viri sanctitate et praestantia insignes, nec solum nostri antecessores, sed

---

[1] Als Häretiker hat Tert. den Tatian in de ieiun. 15 genannt; s. unten § 6.

[2] Siehe Texte und Unters. I, 1, S. 297; meine Altchristl. Lit.-Gesch. I, S. 502. — Die chronographischen Partien bei Tertullian (Apol. 19; adv. Iud. 8) sind unbedeutend, in bezug auf ihre Quellen aber noch nicht genügend erforscht. Die interessanteste chronologische Angabe bei Tertullian steht in de monog. 3, daß seit dem ersten Korintherbrief des Paulus etwa 160 Jahre verflossen seien (»annis circiter CLX exinde productis«). Das ist eine überraschend genaue und richtige Bemerkung, die schwerlich aus einer Quelle stammt, sondern von Tertullian selbst herrührt. Sie beweist, daß er sich ein chronologisches Bild vom apostolischen Zeitalter gemacht hat.

ipsorum haeresiarcharum contemporales, instructissimis voluminibus et prodiderunt et retuderunt, ut

Justinus, philosophus et martyr[1], ut
Miltiades, ecclesiarum sophista[2], ut
Irenaeus, omnium doctrinarum curiosissimus explorator[3], ut
Proculus noster[4], virginis senectae et Christianae eloquentiae dignitas, quos in omni opere fidei, quemadmodum in isto, optaverim assequi«.

Von diesen vier Werken[5], denen gefolgt zu sein hier Tertullian bekennt, besitzen wir nur das dritte, das Werk des Irenäus. Wir wissen von der Existenz des ersten (denn Justin verweist Apol. I, 26 selbst auf sein älteres Werk »Das Syntagma gegen alle Häresien«). Dagegen bringt unsre Stelle das einzige Zeugnis, daß die beiden auch sonst bekannten christlichen Schriftsteller Miltiades und Prokulus[6] — in bezug auf die montanistische Kontroverse Antipoden — gegen die Häresien geschrieben haben. Da Tertullian nichts über den Umfang und Inhalt der beiden Werke sagt und sie auch sonst nicht zitiert, so läßt sich nicht mehr feststellen, was er ihnen entnommen hat und welche Häresien sie neben der valentinianischen noch bekämpft haben. Was er dem Justin verdankt, habe ich in meinen Untersuchungen »Zur Quellenkritik der Geschichte des Gnostizismus«, 1873 (Fortsetzung in der Zeitschrift für die histor. Theologie 1874), zu ermitteln versucht.

Es ist ein Beweis für die Bedeutung der gnostischen Bewegung, daß die Kirche bereits um das Jahr 200 mindestens vier große ketzerbestreitende Werke besaß. Sehr bald schloß sich ihnen das Syntagma des Hippolyt gegen 32 Häresien als fünftes an, von welchem aber Tertullian noch keine Notiz genommen hat. Das sechste sind die sogenannten Philosophumena des Hippolyt.

Was sich über die Benutzung häretischer und antihäretischer Literatur feststellen läßt, soll im folgenden zusammengefaßt werden.

Bereits im Apologetikum ist Tertullian (c. 13. 47) beiläufig auf Simon Magus und die Gnostiker eingegangen — ein neuer Beweis seiner Abhängigkeit von Justins Apologie; denn schon dieser hatte

---

[1] Über Justin war also mit den Werken eine kirchliche Tradition zu Tert. gekommen.

[2] Miltiades (s. meine Altchristl. Lit.-Gesch. I. S. 144. 239f. 255) war Antimontanist; daher der etwas zweideutige Ausdruck, mit dem er beehrt wird; denn die »Kirchen« sind nicht »die Kirche«, und »sophista« ist nur ein halbes Lob.

[3] Im Apologetikum c. 5 heißt der Kaiser Hadrian »omnium curiositatum explorator«. Auch Marcion empfängt den Titel: »diligentissimus explorator.« Augenscheinlich erschien Irenäus dem Tertullian als der gelehrteste Ketzerbestreiter.

[4] Prokulus war wie Tertullian Montanist; daher das »noster«.

[5] Das »tot iam viri« erschöpft sich wohl in den vier Vorgängern trotz des »ut«.

[6] Siehe für Prokulus meine Altchristl. Lit.-Gesch. I. S. 146. 600.

es für nötig gefunden, in seiner Verteidigungsschrift vor den Heiden von den Häretikern abzurücken, und Tertullian hat ihm das nachgemacht. Was er hier über sie bemerkt, ist so allgemein, daß Quellen dafür nicht in Betracht kommen. Wohl aber gewahrt man, daß Tertullian den Präskriptionsbeweis gegen die Häretiker schon im Kopfe hat[1], und in der Tat ist das Buch de praescriptione haereticorum sehr bald dem Apologetikum gefolgt.

Dieser Traktat verdankt seinen Ursprung augenscheinlich dem Eindruck, den das große Werk des Irenäus (daneben vielleicht auch die andern ketzerbestreitenden griechischen Werke, die in adv. Val. 5 genannt sind[2]) auf Tertullian gemacht hat. Tertullian verhält sich in de praescr. — den Hauptgedanken des Werks betreffend — zu Irenäus (Buch I und III init.), wie er sich im Apologetikum zu Justin verhält. Der Präskriptionsbeweis fußt auf Ausführungen über die Tradition und über die Heilige Schrift und die Tradition, die zuerst Irenäus gegeben hat, aber gestaltet sie viel eindrucksvoller[3]. Auch die Ankündigung am Schluß des Werks: »Sed nunc quidem generaliter actum est nobis adversus haereses omnes[4] certis et iustis et necessariis praescriptionibus repellendas a conlatione scripturarum. de reliquo, si dei gratia adnuerit, etiam specialiter quibusdam respondebimus«, wäre Tertullian wohl nicht möglich gewesen, wenn er nicht bereits zusammenfassende Darstellungen zur Hand gehabt hätte; denn wie sollte er in Karthago imstande gewesen sein, sich einen Überblick über alle Häresien zu verschaffen?

Da die Schrift de praescr. nur allgemeine Grundsätze in bezug auf die Bestreitung der Ketzer geben will, so kommt er hier nur beiläufig auf einzelne Häretiker und ihre Lehren zu sprechen (vgl. 6. 7. 10. 33. 34. 37. 38. 42). Im Vordergrund stehen ihm Marcion und Valentin bzw. Marcion, Apelles und Valentin. Die übrigen haben für

---

[1] Apol. 47: »Vetus instrumentum ingenia philosophorum interverterunt. ex horum semine [aber Justin hat die Gnostiker aus den jüdischen Sekten abgeleitet; doch hat auch er die Verwandtschaft mit den griechischen Philosophen bemerkt] etiam nostram hanc novitiolam paraturam viri quidam suis opinionibus ad philosophicas sententias adulteraverunt et de una via obliquos multos et inexplicabiles tramites sciderunt. quod ideo suggerimus, ne cui nota varietas sectae [scil. der Kirche] huius in hoc quoque nos philosophis adaequare videatur et ex varietate defectionem vindicet veritatis. expedite autem praescribimus adulteris nostris illam esse regulam veritatis quae veniat a Christo transmissa per comites ipsius, quibus aliquanto posteriores diversi isti commentatores probabuntur. omnia adversus veritatem de ipsa veritate constructa sunt, operantibus aemulationem istam spiritibus erroris .... nunquam corpus umbra aut veritatem imago praecedit.«

[2] Nötig ist es nicht, schon bei de praescr. an sie zu denken.

[3] Erst Tertullian hat den Ausführungen die Gestalt eines juristischen Beweises gegeben.

[4] »Haereses omnes« — so auch Justin.

ihn ein untergeordnetes bzw. ein nur lokales Interesse[1]. Das meiste von dem, was er über die beiden Haupthäretiker sagt, konnte er aus Irenäus schöpfen; aber daneben finden sich Angaben, die diesem nicht zu entnehmen waren. Daß Marcion ein »Ponticus nauclerus« war, daß er die Ehe verbietet, daß er und Valentin ursprünglich katholische Christen in Rom gewesen, daß sie erst nach mehrfacher Exkommunikation definitiv aus der Kirche ausgeschieden sind[2], daß sie unter dem Episkopat des »benedictus Eleutherus [!]« noch katholische Christen waren[3], daß Marcion einst der römischen Gemeinde 200000 Sesterzen geschenkt hat, endlich daß er am Ende seines Lebens Kirchenbuße getan und ihm dabei eine Bedingung auferlegt worden sei, vor deren Erledigung er gestorben sei — das alles war dem Irenäus nicht zu entnehmen. Woher es stammt, ist nicht zu ermitteln. Justin kommt höchstens für eine oder die andere Nachricht in Betracht; das Werk des Prokulus kann die Quelle sein, wenn nicht die eine oder andere Nachricht auf mündlicher Überlieferung (römischer Kirchenklatsch) beruht. Was Tertullian aber über Apelles berichtet, geht teils auf ein Werk des Apelles selbst zurück, das Tertullian eingesehen hat (s. u.), teils auch auf eine gehässige römische Quelle, die entweder eine mündliche war oder mit dem Werke des Prokulus identifiziert werden kann[4].

Seine Zusage, die Häretiker einzeln zu bekämpfen, hat Tertullian in dem großen Werk adv. Marcionem und in den Schriften adv. Valentinianos, adv. Apelleiacos [verloren; aber aus einigen Zitaten Tertullians zum Teil erkennbar], adv. Hermogenem und de censu animae adv. Hermogenem, dazu in den dogmatisch-polemischen Werken de carne Christi, de anima, de resurrectione carnis und in dem Traktat Scorpiace eingelöst.

---

[1] Letzteres gilt von den c. 30 genannten beiden Häretikern Nigidius und Hermogenes. Der erstere ist uns überhaupt nur aus dieser Stelle bekannt; mit letzterem, einem zeitgenössischen Häretiker, hat sich Tertullian eingehend beschäftigt; s. u. — Von dem Häretiker Gaius hören wir nur c. 33 und de bapt. 1. Auch diese Häresie, »die heutigen Nikolaiten«, hat für Tertullian lokales Interesse; an eine schriftliche Quelle braucht hier nicht gedacht zu werden. Die Erwähnung von Simon und »Ebion« (c. 10. 33) stammt aus Buchgelehrsamkeit, also aus Justin bzw. Irenäus. Aber Irenäus weiß noch von keinem »Ebion«, sondern nur von Ebioniten. Der »Ebion« mag schon einer griechischen Quelle seinen Ursprung verdanken und nicht von Tertullian selbst erfunden sein. In de virg. vel. 6 hat er den »Ebion« noch einmal erwähnt.

[2] Das erinnert freilich in verdächtiger Weise an das, was Irenäus über Cerdo (III, 4, 2) sagt.

[3] Der chronologische Irrtum ist so stark, daß, falls der Text in Ordnung ist, angenommen werden muß, daß Tertullian sich in seiner Quelle verlesen hat.

[4] Die lebhafte Schilderung vom Tun und Treiben und der »Organisation« der Häretiker (c. 41 ff.) ist augenscheinlich nicht einer Quelle entnommen, sondern entstammt eigener Anschauung.

Aus dem großen Werk gegen Marcion ergibt sich, daß Tertullian zur Hand hatte (1.) Marcions Neues Testament, (2.) seine »Antithesen«, ein Werk, welches in der marcionitischen Kirche kanonisches Ansehen (an Stelle des A. T.) genoß, nachdem ihm schon Marcion selbst maßgebende Bedeutung beigelegt hatte, (3.) eine große Reihe von Erklärungen alt- und neutestamentlicher Stellen des Marcion und der Marcioniten sowie kanonsgeschichtlicher Äußerungen Marcions, die zum Teil in den Antithesen gestanden zu haben scheinen[1], (4.) einen Brief des Marcion, in welchem er von seinem Austritt aus der Kirche gehandelt hat (adv. Marc. I, 1; IV, 4; de carne 2; de praesc. 30). Vielleicht stammt auch das, was Tertullian über den Syrer Cerdon, den Lehrer des Marcion, mitgeteilt hat (adv. Marc. I, 2. 22; III, 21; IV, 17) zum Teil aus Marcions Schriften (doch s. auch Iren. I, 27, 1). Ob Tertullian neben diesen Quellen auch eine griechische Streitschrift gegen Marcion (Theophilus?) benutzt hat, ist nicht auszumachen, aber manches spricht dafür[2]. Die Werke Marcions samt der Rezension des N. T. lagen dem Tertullian griechisch vor[3]; ob das marcionitische N. T. nicht aber auch schon in lateinischer Sprache in seinen Händen war, muß noch untersucht werden[4].

In der Schrift adv. Valentinianos hat Tertullian in der Hauptsache das Werk des Irenäus — in vielen Abschnitten wörtlich — ausgeschrieben. Daß es ihm noch nicht lateinisch vorlag, sondern er es übersetzen mußte, habe ich (Altchristl. Lit.-Gesch. II, 2, S. 302—320) nachgewiesen. Neben seiner Hauptquelle zeigt sich Tertullian aus eigener Anschauung über das Tun und Treiben der Valentinianer

---

[1] Die Untersuchungen hierüber bzw. über den Umfang des Antithesenwerkes sind noch nicht abgeschlossen, s. meine Altchristl. Lit.-Gesch. I, S. 195f. Bei der Untersuchung ist vor allem die Stelle adv. Marc. IV, 9 zu beachten: »sed quoniam (Marcion) adtentius argumentatur apud illum suum nescio quem ϹΟΝΤΑΛΑΙΠΩΡΟΝ (commiseronem) et ϹΥΜΜΙϹΟΥΜΕΝΟΝ (coodibilem) in leprosi purgatione etc.« (vgl. IV, 36: Marcion omnesque iam ‚commiserones' et ‚coodibiles' eius«). Wohin gehören diese Worte? Zu den Antithesen oder zu einem Kommentar oder zu einem Brief?

[2] Ob die von Irenäus (I, 27) angekündigte Spezialschrift gegen Marcion wirklich von ihm verfaßt und ediert worden ist, ist unbekannt. Sie sollte nach der Ankündigung den Plan ausführen, den Tertullian verwirklicht hat. — Eine Streitschrift des Theophilus von Antiochien gegen Marcion kannte noch Eusebius (h. e. IV, 24). Da Theophilus auch gegen Hermogenes geschrieben und einiges dafür spricht, daß Tertullian diese Schrift gekannt hat (s. u.), da ein Werk des Theophilus dem Laktanz bekannt geworden ist (Inst. div. I, 23), da Irenäus wahrscheinlich die Schrift des Theophilus gegen Marcion gelesen hat, so ist es möglich, daß gewisse Partien des Tertullianischen Werks gegen Marcion, die mit orientalischer Polemik gegen gnostisch-marcionitische Gedanken sich decken, auf die Lektüre des Werks des Theophilus gegen Marcion zurückgehen (s. Texte u. Unters. I, 1, S. 292 ff.); aber auch nur einigermaßen Wahrscheinliches ist hier nicht zu gewinnen.

[3] Die Worte (s. o.) ϹΥΝΤΑΛΑΙΠΩΡΟϹ und ϹΥΜΜΙϹΟΥΜΕΝΟϹ sind Marcions Worte.

[4] Vom Leben und der Geschichte Marcions weiß Tertullian außerordentlich wenig. Abgerissen ist die Notiz über Marcions »sanctiores feminae« (adv. Marc. V, 8).

einigermaßen unterrichtet und bringt außerdem einige positive Angaben über Valentin und seine Schüler, die er nicht dem Irenäus verdankt. Hierher gehört, was er (c. 4) über den Abfall Valentins von der Kirche aus gekränktem Ehrgeiz berichtet (aus Justin oder Miltiades oder Prokulus? oder römischer Kirchenklatsch?). Nur er kennt den Valentinianer Theotimus neben Kolarbasus, Ptolemäus, Herakleon, Sekundus und Markus; nur er weiß, daß von allen Schülern nur Axionikus (er wird sonst nur noch von Hippolyt in den Philos. genannt) im fernen Antiochien die Lehre des Meisters streng festhält; auch sachlich bringt er c. 33ff. allerlei über die Verschiedenheiten der Lehren innerhalb der Schule, was sonst unbekannt ist, und spricht c. 37 von einem »insignior apud eos magister, qui et [ex] pontificali sua auctoritate in hunc modum censuit«.

Was sich über die verlorene Schrift adv. Apelleiacos sagen läßt, habe ich in meiner Dissertation (De Apellis gnosi monarchica, 1874) und »Altchristl. Lit.-Gesch.« I, S. 197ff. zusammengestellt. Augenscheinlich hat Tertullian von den »Phaneroseis« des Apelles (Aufzeichnungen der visionären Prophetin Philumene, s. de praescr. 6. 30; adv. Marc. III, 9. 11; de carne 6—9. 24; de anima 23. 36; de resurr. 5) Kenntnis genommen; dagegen erwähnt er die »Syllogismen« niemals, so daß es fraglich bleiben muß, ob er sie gekannt und in der verlorenen Schrift benutzt hat. Apelles, der römische Häretiker, steht dem Tertullian zeitlich näher als Marcion und Valentin, und Tertullian hat wohl auch mündliche Kunde über ihn gehabt[1].

Gegen Hermogenes, den Maler und Theologen, der zur Zeit Tertullians in Afrika lebte, hat Tertullian zwei Schriften geschrieben, von denen uns der Traktat de censu animae adv. Hermogenem (s. de anima 1. 3. 11. 22. 24) nicht erhalten ist (zu der auf uns gekommenen Schrift adv. Hermog. vgl. auch adv. Valent. 16; de praescr. 30. 33; de monog. 16)[2]. Es ergibt sich aus ihnen, daß Hermogenes eine Schrift über die Ewigkeit der Materie verfaßt hat, die Tertullian eingesehen und gründlich widerlegt hat. Gegen diesen Hermogenes hatte früher Theophilus in Antiochien eine eigene Schrift verfaßt (Euseb., h. e. IV, 24, 1). Daß

[1] Auf die drei Häresiarchen Marcion, Valentin und Apelles bezieht es sich, wenn Tertullian (de praescr. 30) sagt: »Adhuc in saeculo supersunt qui meminerint eorum, etiam proprii discentes [= discipuli] et successores ipsorum.«

[2] Siehe meine Altchristl. Lit.-Gesch. I, S. 200f.; II, 1 S. 534f.; II, 2 S. 281f. und in den Sitzungsber. 1895 S. 566f. Daß der verlorenen Schrift der Verfasser des Prädestinatus (haer. 60) das entnommen hat, was er über den Häretiker Proklinus und seine Anhänger sagt, habe ich a. a. O. S. 576f. wahrscheinlich zu machen gesucht. Dieser Proklinus kommt freilich sonst unter den von Tertullian genannten Häretikern nicht vor. Woher Tertullian von ihm Kunde erhalten hat, wissen wir nicht, auch nicht, wo er zu suchen ist.

Tertullian sie gekannt hat, hat eine gewisse Wahrscheinlichkeit, ist aber nicht sicher[1].

In den drei großen dogmatisch-polemischen Schriften de carne Christi, de anima und de resurr. hat sich Tertullian eingehend mit den betreffenden Lehren der drei Häresiarchen Marcion, Valentin und Apelles auseinandergesetzt. Er hat dabei in bezug auf die Valentinianer noch mancherlei beigebracht, was in der Hauptschrift gegen sie fehlt[2]. Von Psalmen Valentins hat er de carne 17. 20 Kenntnis genommen; aber er hat sie nicht selbst in der Hand gehabt, sondern in einer Schrift eines Valentinianers Alexander, der sonst nicht bekannt ist, gefunden (de carne 15ff.). Diese Schrift hatte vielleicht den Titel »Cyλλoгιcмoί«[3], und es fand sich in ihr eine interessante Auslegung zu Rom. 8, 3 (»ut penes quendam ex Valentini fatiuncula legi« . . . . »Alexander ille«) nebst einer besonderen Theorie über das Fleisch Christi.

In diesen drei Schriften geht Tertullian aber auch auf Lehren von Häretikern ein, die er sonst nirgends genannt hat, nämlich auf Lehren des Menander Samaritanus (de anima 50; de resurr. 5), des Saturnin, Schülers des Menander (de anima 23), des Karpokrates (de anima 23. 35), des Basilides (de resurr. 2) und des Marcus[4] (Schülers des Valentin (de resurr. 5) und berücksichtigt auch Lehren des Simon und der Simonianer (de anima 34f. 57) und des »Ebion« (de carne 14. 18. 24)[5]. Daß er die betreffenden Originalschriften selbst gelesen hat, ist nirgends nahegelegt, vielmehr stimmt alles aus indirekter Überlieferung (aus den Werken der griechischen Ketzerbestreiter)[6].

---

[1] Siehe Texte und Unters. I, 1 S. 292 ff.

[2] So kennt er die kirchlich-valentianinische Kontroverse über ΔιΑ und ἐκ in bezug auf die Geburt aus der Jungfrau, de carne 20.

[3] Nicht zu verwechseln mit den »Syllogismen« des Apelles. »Sed remisso Alexandro«, heißt es de carne 17, »cum suis syllogismis, quos in argumentationibus torquet, etiam cum psalmis Valentini, quos magna impudentia quasi idonei alicuius auctoris interserit«.

[4] Doch ist dieser adv. Valent. 4 flüchtig erwähnt.

[5] Der Marcionit Lukanus, der de resurr. 2 als selbständiger Schüler des Meisters genannt ist, ist Tertullian durch eine Schrift über die Seele bekannt geworden.

[6] Das über Menander de anima 50 Mitgeteilte, scheint aus Irenäus I, 23, 4 geflossen zu sein, aber die Angabe, nach Menander sei der Leib eine Schöpfung der Engel (de resurr. 5) läßt sich nur zur Not aus dieser Quelle ableiten. — Das über die Lehren der Karpokratianer (de anima 23. 35) Ausgeführte darf mit größter Wahrscheinlichkeit auf Irenäus I, 25 zurückgeführt werden. Dasselbe gilt, jedoch mit etwas geringerer Wahrscheinlichkeit, von der Wiedergabe einer Lehre des Saturnin (de anima 23 = Irenäus I, 24). — Die kurze Notiz (de resurr. 2), daß Basilides Doket sei wie Marcion, ist aus Irenäus I, 24 zu belegen; nicht ebenso sicher die Notiz über eine Lehre des Marcus (de resurr. 5), der Leib sei eine Schöpfung der Engel. — Das über Simon Magus de anima 34 Ausgeführte ist eine zum Teil wörtliche, durch einen obszönen Witz und einige andere Beigaben vermehrte Wiedergabe von Irenäus I, 23; aber

An drei Stellen (Scorp. 1; adv. Valent. 30; de anima 18) unterscheidet Tertullian von den Valentinianern eine Gruppe, die er »Gnostici« nennt. Er hält sie für schlimmer als die Valentinianer, weil ihre Lehren noch exotischer sind[1]. Diese »Gnostiker« hat er wahrscheinlich von Irenäus[2] (schon von Justin?); es sind die großen bunten syrischen Sekten, ja vielleicht verstand Tertullian unter diesem Namen alle gnostischen Häretiker außer den Marcioniten und Valentinianern. Auf sie näher einzugehen, hat Tertullian sich versagt. Es war schon schwer genug, die valentinianischen Lehren aus dem Griechischen ins Lateinische zu übertragen, und für Afrika waren jene Gnostiker gefahrlos.

Mit den Valentinianern sind Scorp. 15 und adv. Prax. 3 Anhänger eines gewissen Prodikus zusammengestellt, die auch Clemens Alex. kennt und die u. a. die Flucht bei drohendem Martyrium gestattet und verteidigt haben. Eine Schrift, die solche Verteidigung enthielt, hat Tertullian, wie der Traktat Scorpiace ausweist, gelesen, und man vermag Teile dieser Schrift noch zu rekonstruieren.

In einer seiner spätesten Schriften, wenn nicht der letzten, die uns erhalten ist — de ieiunio 15 — erwähnt Tertullian neben Marcion als Häretiker, welche prinzipielle Abstinenz lehren, den Tatian und den Jovis (»hodierum de Pythagora haereticum«). Von Tatian als

---

der Satz de anima 57: »Ecce hodie eiusdem Simonis haereticos tanta praesumptio artis extollit, ut etiam prophetarum animas ab inferis movere se spondeant«, ist nicht aus Irenäus zu belegen. Doch sind vielleicht nicht spezielle Simonschüler gemeint, sondern andere gnostische Häretiker, die ja sämtlich von den Kirchenvätern als »Simonis haeretici« bezeichnet werden. — Daß »Ebion« Jesus für einen »nudum hominem et tantum ex semine David, i. e. non et dei filium constituit, plane prophetis aliquo gloriosiorem, ut ita in illo angelum fuisse edicat quemadmodum in Zacharia« (de carne 14), steht nicht bei Irenäus, auch nicht daß nach »Ebion« Jesus »nihil amplius Salomone et Iona« gehabt habe (de carne 18). Als eine ernste Möglichkeit muß daher offen gelassen werden, daß auch das, was dem Tertullian mit Irenäus gemeinsam ist, mindestens zum Teil aus der gemeinsamen Quelle — denn Irenäus geht an jenen Stellen auf eine Quelle zurück — geflossen ist (aus Justin). Es läßt sich aber leider nicht mit Sicherheit feststellen, was Tertullian dem ketzerbestreitenden Werk des Justin verdankt und noch weniger, was er den Werken des Miltiades und Prokulus entnommen hat. — Gnostische Originalschriften (»apocrypha«, s. o. § 2 init.) kannte Tertullian, wie sich ergeben hat, nur in sehr geringer Zahl — abgesehen von den Schriften des Marcion und seiner Schüler. Daß das Evangelium Marcions noch fort und fort Veränderungen erleide, behauptet er (adv. Marc. IV, 5): »cotidie discipuli Marcionis evangelium reformant, prout a nobis cotidie revincuntur.« Daß er verschiedene Evangelienexemplare der Marcioniten eingesehen hat, wird man daraus nicht mit Sicherheit schließen dürfen, wohl aber daß auch in Afrika der Kampf mit dem Marcionitismus akut war.

[1] Scorp. 1: »Cum fides aestuat et ecclesia exuritur de figura rubi, tunc Gnostici erumpunt, tunc Valentiniani proserpunt.« Adv. Valent. 30: »Atque ita inolescentes doctrinae Valentinianorum in silvas iam exoleverunt Gnosticorum.« De anima 18: »Relucentne iam haeretica semina Gnosticorum et Valentinianorum?«

[2] Iren. I, 11, 1: Ὁ πρῶτος ἀπὸ τῆς λεγομένης γνωστικῆς αἱρέσεως. III, 4, 3: »reliqui qui vocantur Gnostici.« Hippol., Philos. VII, 36.

Asketen hat er bei Irenäus (I, 28) gelesen; welche Bewandtnis es mit dem in der ganzen altchristlichen Literatur nur hier genannten Jovis hat, und ob Tertullian eine Schrift von ihm gekannt hat, ist nicht auszumachen. Vielleicht lebte Jovis in Karthago.

Endlich ist zu beachten, daß Tertullian den bedeutenden kleinasiatischen Theologen Melito, Bischof von Sardes, den Gesinnungsgenossen des Irenäus, zwar in den uns erhaltenen Schriften niemals genannt, daß er ihn aber in der verlorenen Schrift de ecstasi (ll. VII) nach dem Zeugnis des Hieronymus erwähnt und verspottet hat (de vir. inl. 24): »Melitonis elegans et declamatorium ingenium in septem libris, quos scripsit adversus ecclesiam pro Montano, cavillatur dicens eum a plerisque nostrorum prophetam putari«. Tertullian hat also mindestens eine (antimontanistische?), vielleicht aber mehrere Schriften dieses fruchtbaren Schriftstellers und katholischen Propheten gekannt. Obgleich er ihn (weil er Antimontanist war) verhöhnt hat, so besteht doch eine große Verwandtschaft zwischen beiden Männern als Theologen und als Schriftsteller. Ich habe die gemeinsamen Züge (Texte u. Unters. I, 1, S. 240 bis 278)[1] zusammengestellt, und es ist mir sehr wahrscheinlich, daß Tertullian dem Melito manches, wenn nicht vieles, an theologischen Konzeptionen verdankt. Überhaupt darf man es als gewiß ansehen, daß manche Gedanken, die uns zuerst bei Tertullian entgegentreten, nicht sein geistiges Eigentum im vollen Sinne des Worts sind. Sie zeigen schon die zweite und dritte Stufe der Entwicklung, und es ist wenig glaublich, daß ein Mann eine solche Fülle von Gedanken und Formeln ganz selbständig produziert hat[2]. Anderseits ist es höchst beachtenswert, daß die tiefsinnigen und breit ausgeführten theologischen Grundgedanken des Irenäus (Buch II—V) auf Tertullian

---

[1] Siehe auch Altchristl. Lit.-Gesch. I, S. 246 ff.

[2] Zwischen Tertullian aber und Alexandrien hat schlechterdings keine Beziehung bestanden (gegen Noeldechen). Wie Clemens Alex. nichts vom abendländischen Christentum weiß, so Tertullian nichts vom alexandrinischen. Die Meinung, die er de resurr. 7 ablehnt, die »Felle« im Paradies seien der Leib gewesen, ist nicht nur alexandrinisch, sondern auch gnostisch. Aus dem Satze (Apol. 40): »Si Tiberis ascendit in moenia, si Nilus non ascendit in rura .... statim: ‚Christianos ad leonem' inclamant«, positive Schlüsse auf eine Kunde von ägyptischen Christen her schließen zu wollen, wäre sehr kühn, noch kühner freilich, diese Kunde darauf zu begründen, was Apol. 18 über das Serapeum gesagt ist. In adv. Prax. 5 heißt es: »Aiunt quidam [al.: »quidem«] et Genesim in Hebraico — er selbst weiß also vom hebräischen Grundtext nichts — ita incipere: ‚In principio deus fecit filium'.« Diese irrtümliche Ansicht kommt auch sonst vor; sie weist keineswegs notwendig auf Alexandrien. Aber wer sind die »quidam«? Es ist nicht ausgeschlossen, daß Tertullian die »Altercatio Jasonis et Papisci« (s. über sie Texte und Unters. I, 1, S. 117) gekannt hat, in welcher nach dem Zeugnis des Hieronymus (Quaest. hebr. in libro Genes. p. 3) sich jenes »in filio fecit deus coelum et terram« fand. Andere Beobachtungen, die diese Hypothese stützen, Tertullian habe die »Altercatio« gekannt, s. Texte und Unters. I, 1, S. 126 ff.

gar keinen Eindruck gemacht haben. Nur als »omnium doctrinarum haereticarum curiosissimus explorator« und als Begründer des Traditionsbeweises hat Irenäus auf Tertullian einen Einfluß ausgeübt. Der platonisch-paulinischen Gnosis und Mystik des Bischofs von Lyon steht er ebenso verständnislos gegenüber, wie der Gnosis überhaupt, und hält einfach an seiner auf ratio und autoritas gegründeten, durch Dämonologie und Erlösungslehre modifizierten, stoischen Theologie fest. Er ist trotz seiner »Bibliothek« und seiner Abhängigkeit von Justin immer er selbst geblieben.

§ 7. Varia.

Der Versuch, für die Auslegung des Vaterunsers (de orat.) eine Quelle nachzuweisen (Loeschcke), ist m. E. nicht geglückt.

Dem Traktat de pudicitia liegt neben der schriftlichen Erklärung eines römischen Bischofs (Kallist; neuerlichst ist wieder Zephyrin hier genannt worden), schwere Fleischessünden zu vergeben, auch eine römische Schrift zugrunde, welche diese Bereitschaft ausführlich verteidigt und gegen die Tertullian streitet; siehe die Rekonstruktion dieser Schrift von Rolffs, Das Indulgenzedikt des römischen Bischofs Kallist (Texte und Unters. XI, 3, 1893). Derselbe Gelehrte hat versucht (a. a. O. XII, 4, 1895: Urkunden aus dem antimontanistischen Kampfe des Abendlands), auch noch andere römische Schriften, gegen die Tertullian polemisiert hat, zu ermitteln (aus de monog. und de ieiunio). Es ist ihm darin beizustimmen, daß ein Teil der von Tertullian bekämpften Argumente der »Laxen« diesem schriftlich vorgelegen hat; aber leider sind Rekonstruktionen hier nicht möglich, weil das mündlich und schriftlich Geäußerte sich nicht scheiden läßt.

Ein Vergleich der Schrift Tertullians adv. Praxean mit dem Traktat Hippolyts gegen Noëtus legt die Annahme einer gemeinsamen monarchianischen Quelle nahe, ohne sie zu fordern[1]. In derselben Schrift (c. 1) ist von bereits erlassenen Friedensbriefen des römischen Bischofs zugunsten der Montanisten die Rede, die aber von ihm widerrufen worden seien, ferner von einem handschriftlichen Dokument des Praxeas (a. a. O.), das in den Händen der »Psychiker« (d. h. der Katholiken in Rom) sei.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß Tertullian eine christliche Legende gekannt hat, nach welcher Tiberius auf Grund eines Berichts des Pilatus (»et ipse iam pro sua conscientia Christianus«) bei dem Senat den Antrag gestellt habe, Christus unter die Götter aufzunehmen, der Senat aber habe den Antrag abgelehnt (Apol. 5. 21). In welcher Form diese nichtsnutzige, aber symptomatische Legende aus Rom zu

---

[1] Abhängigkeit von Hippolyt ist nicht nachweisbar.

Tertullian gekommen ist, bleibt leider dunkel. — Ob zu seiner Zeit schon ein von Christen gefälschter Brief des Marc Aurel über das Regenwunder umlief (Apol. 5; ad Scap. 4) oder ob sich Tertullian auf ein echtes Schreiben an den Senat kühn bezogen hat, ist kontrovers[1].

Ich hoffe in dem Vorstehenden alles erschöpft zu haben, was sich in Tertullians Schriften über jüdische und christliche Bücher, die er benutzt hat, findet. Diese stellen das christlich-theologische Kapital dar, welches dem ersten Schriftsteller der lateinischen Kirche zu Gebote gestanden hat. Um aber das geistige Kapital, aus welchem die abendländische Kirche durch Tertullian ihre Grundlagen empfangen, vollständig kennen zu lernen, müßte dieser Abhandlung eine zweite hinzugefügt werden, welche Tertullians »Bibliothek« profaner Schriften behandelt. Das Wort »Bibliothek« wäre hier freilich sehr viel weniger gerechtfertigt als bei den christlichen Schriften; denn die indirekte Benutzung philosophischer, antiquarischer und naturwissenschaftlicher Gelehrsamkeit und Ideen nimmt hier den breitesten Raum ein. Manches ist geschehen, um die Quellen tertullianischer Gelehrsamkeit nachzuweisen; aber die Stelle ist doch noch nicht genau ermittelt, an welche Tertullian, der stoische Philosoph und Jurist, innerhalb der römischen Literatur- und Geistesgeschichte gehört.

Die Zahl der christlichen Schriften, die zur Kenntnis Tertullians gekommen ist, ist sowohl an sich, als auch im Vergleich mit dem, was damals vorhanden war, sehr bedeutend. Er kennt Altes und das Neueste (Irenäus, Melito, Apollonius, Prokulus usw.) und er stand augenscheinlich mit Rom und mit Kleinasien, ja auch mit Lyon (wohl nur über Rom) in lebhafter und fortdauernder literarischen Verbindung[2]. Auch von Vorgängen in der Christenheit Antiochiens und Kappadoziens weiß er. Die Unkenntnis des alexandrinischen Christentums und der Mangel jeder Verbindung mit ihm entspricht der Sonderstellung Ägyptens

---

[1] Siehe meine Abhandlung in den Sitzungsber. 1894, S. 835ff.: Die Quelle der Berichte über das Regenwunder im Feldzuge M. Aurels gegen die Quaden; Geffcken in den Neuen Jahrbb. f. d. klass. Altert. III, 1899, S. 253ff. — Beiläufig bemerke ich, daß zu der Annahme, Tertullian (Apol. 2) habe den Pliniusbrief bei der Wiedergabe seines Inhalts gefälscht (Geffcken), kein Grund vorliegt (richtig Heinze, Tertullians Apologetikum 1910, S. 300). Aber auch die Annahme, Tertullian habe den Brief nicht im Original gelesen (Merrill, Wiener Stud. XXXI, 1909, S. 251ff.; Heinze, a. a. O., S. 301), ist unnötig, sobald man den LAA des Fuldensis folgt und »de gradu pulsis« nicht mißversteht (Heinze versteht es richtig). Aus der nicht gradezu falschen, aber einseitigen und irreführenden Ausbeutung des Briefes durch Tertullian läßt sich in bezug auf die Frage direkter oder indirekter Kenntnisnahme nichts schließen.

[2] Aus Spanien war nichts zu holen.

neben dem Reich. Erst seit dem Ausgang des 2. Jahrhunderts beginnen leise Beziehungen zwischen den Kirchen von Rom und Alexandrien.

Überblickt man die christlich-lateinische Literatur nach Tertullian bis Hilarius und Hieronymus, so erkennt man, daß in dieser Periode der Reichtum griechisch-christlichen Wissens und griechisch-christlicher Bücher, der Tertullian zu Gebote stand, in der lateinischen Kirche fast unbenutzt und so gut wie unbekannt geblieben ist[1]. Da aber das Geschick es weiter so gefügt hat, daß die Schriften Tertullians noch bei seinen Lebzeiten in Mißkredit kamen — durfte es doch schon Cyprian nicht mehr wagen, ihn zu zitieren! —, so ist dem gewaltigen Ansatz zu einer gehaltvollen und vielseitigen lateinisch-christlichen Literatur (auf dem Boden der griechischen), der durch Tertullians Lebenswerk bezeichnet ist, zunächst keine weitere Entwicklung gefolgt. Mit der Bibel und Cyprians Schriften, die rasch ein halbkanonisches Ansehen erhielten, mußte sich das christliche Abendland bis über die Mitte des 4. Jahrhunderts begnügen[2]. Der einzige Novatian, der in mancher Hinsicht in Tertullians Spuren gewandelt ist, wurde, wie sein Vorgänger, Schismatiker, und seinen zahlreichen Werken ist es noch viel schlimmer gegangen als denen Tertullians: sie sind sämtlich unterdrückt oder unter falsche Namen gestellt worden[3], während Tertullian sein Eigentum behielt und *teilweise* sofort durch Cyprian fortwirkte. In welcher Literatur hat sich der tragische Vorgang wiederholt, daß sie durch das Wirken *eines* Mannes mit einem vollen Frühling einsetzt, um dann anderthalb Jahrhunderte lang auf eine entsprechende Fortsetzung warten zu müssen? Dann aber erschienen Hilarius, Marius Victorinus, Ambrosius, Rufin, Hieronymus und Augustin, unmittelbar bevor der Winter der Barbarei und der Völkerwanderung hereinbrach, und brachten aus den Scheuern der griechischen Literatur und Wissenschaft dem Abendland die reichsten Schätze — auch *neue* Schätze, die Tertullian nicht gekannt oder die er absichtlich beiseite gelassen hat, die *platonisch-mystische Philosophie und die ihr entsprechende Erklärung der Bibel*[4].

---

[1] Daraus folgt mit erheblicher Wahrscheinlichkeit, daß die Schriften, die Tertullian benutzt hat, größtenteils sein Privateigentum (oder das begüterter Freunde) waren bezw. nicht in »Kirchenbibliotheken« zu suchen sind.

[2] Daher die Verachtung des Christentums bei den Gebildeten im Abendland, die Laktanz, ja sogar noch Sulpicius Severus hat beklagen müssen.

[3] Minucius Felix kann kaum etwas von dem, was er im »Octavius« geschrieben, sein geistiges Eigentum nennen; Laktanz war ein breitflüssiger Ciceronianer mit einem geringen, aus der griechischen Literatur geflossenen Beisatz; Arnobius erschiene uns kaum mehr originell, wenn wir die wenigen Quellen besäßen, die er ausgeschrieben hat.

[4] Dieser Erklärung gegenüber war übrigens die tertullianische in mehr als *einer* Hinsicht im Vorteil, s. Holl, Tertullian als Schriftsteller (Preuß. Jahrbb. Bd. 88, 1897, S. 262 ff.).

Jene Männer haben die christlich-lateinische Weltliteratur glänzend begründet, deren einsamer Vorläufer Tertullian gewesen ist[1]; denn Cyprians klerial-asketische Gelegenheitsschriften und Reskripte mit ihrem geistig und literarisch beschränkten Horizont — »Koprian« nannten ihn voll Spott die römischen Literaten, wenn ihnen seine Werke in die Hand fielen — zählten zunächst literaturgeschichtlich nicht (s. Anhang II).

Indessen, man kann doch fragen, ob der theologische und literarische Entwicklungsstillstand der abendländisch-christlichen Literatur und der lange dauernde Mangel griechischen Einflusses (nach dem reichen ersten Ansatz durch Tertullian) nur eine Einbuße bedeutet hat. Hätte sich der abendländische Geist in seiner eingeborenen Eigenart entwickeln, hätte er je zur Selbständigkeit gegenüber dem griechischen gelangen können, wenn dieser mit voller Stärke im 3. Jahrhundert stetig weiter eingewirkt hätte? Erstarkte nicht dieser Geist eben durch den gewaltigen Cyprian und durch namenlose Führer, bis er die Kraft empfing, die griechischen Schätze seit dem Ende des 4. Jahrhunderts aufzunehmen, ohne seine Eigenart an sie zu verlieren? Waren nicht Ambrosius und Augustin deshalb so bedeutend, weil sie die entwickelte und gefestigte lateinisch-kirchliche Eigenart[2] mit griechischen Kenntnissen und Ideen verbanden? Es scheint demnach, daß es so, wie es gewesen, gut gewesen ist: Tertullian, der Griechenschüler, der Begründer einer lateinisch-kirchlichen Literatur, die der griechischen ebenbürtig werden sollte[3], durfte zunächst keine Nachfolger erhalten!

Anhang I (zu § 1 Schluß).

Als aus den heiligen Schriften geschöpft zitiert Tertullian einiges, was in ihnen nicht gefunden wird. Es handelt sich, soviel ich sehe, um folgende Stellen:

(1.) Apol. 20 wird eine Übersicht über den prophetischen Inhalt des A. T.s in bezug auf die Geschichte der Erde und der Vorgänge auf ihr gegeben. Hier findet sich auch u. a. der Satz: »quod monstris et portentis naturalium forma turbatur«, der durch keine A. T.liche Erzählung sicher gedeckt ist. Wahrscheinlich hat Tertullian den Inhalt der Offenbarung Johannis hier eingemischt; vielleicht aber ist doch eine Schilderung wie Joel 2 hier die Unterlage (s. auch Genes. 6).

(2.) In de monog. 16 liest man: »Quid, si de posteritate quis cogitet iisdem animis quibus oculis uxor Loth, ut ideo quis repetat matrimonium, quia de priore liberos non habuit?« Mir scheint hier wahrscheinlicher eine Konfusion des bereits gedächtnisschwachen Tertullian vorzuliegen als eine eigentümliche Tradition, die von der kanonischen Legende total verschieden sein müßte.

(3.) De carne 23 heißt es: »Legimus apud Ezechielem de vacca illa, quae peperit et non peperit.« Über diesen merkwürdigen Spruch, der an Hiob 21, 10 stark anklingt (Vulg.: »vacca peperit et non est privata foetu suo«), aber aus dieser Stelle

---

[1] Tertullian gehört mit mehreren seiner Werke, und nicht nur den griechisch geschriebenen, in die griechische Literaturgeschichte.

[2] Diese Eigenart tritt namentlich in Optatus leuchtend hervor.

[3] Nicht ein bloßer Ableger wie die syrische, koptische usw.

allein wohl nicht erklärt werden kann, vermag ich nichts anderes zu sagen, als was ich schon Altchristl. Litt.-Gesch. II, 1 S. 560 f. bemerkt habe. Er gehört zu den bestbezeugten apokryphen A. T.lichen Sprüchen. Gleichzeitig mit Tertullian findet er sich bei Clemens Alex. (Strom. VII, 16, 94: ,τέτοκεν καὶ οὐ τέτοκεν' φησὶν ἡ γραφή) und in den Act. Petri cum Sim. Vercell. 24 (nach einem apokryphen Prophetenspruch und vor Jes. 7, 14): »et iterum dicit: ,Peperit et non peperit'.« Auch Epiphanius bietet ihn (haer. 30, 30): καὶ πάλιν ἐν ἑτέρῳ τόπῳ λέγει· ,καὶ τέξεται ἡ δάμαλις, καὶ ἐροῦσιν· οὐ τέτοκεν', sowie Gregor Nyss. adv. Iud. 303: καὶ πάλιν· ,ἰδοὺ ἡ δάμαλις τέτοκε καὶ οὐ τέτοκε'. Den Fundort (Ezechiel) gibt nur Tertullian an; man darf schwerlich an ein besonderes Buch, sondern muß an einen alten Zusatz zur Prophetie des Ezechiel denken. Den Christen war der Zusatz sehr willkommen; denn sie deuteten ihn auf Maria (vielleicht gehört hierher auch die Ascen. Jesaiae [Visio apol. 11, 9, ed. Dillmann, S. 55 sq.]: »Erant qui dicerent: ,Parturiit virgo Maria, priusquam duos menses nupta erat' et multi dicebant: ,Non parturiit, nec ascendit obstetrix nec clamorem dolorum audivimus'«). Geht nicht die katholische Lehre von der virginitas in partu auf unsern apokryphen Spruch zurück?

(4.) De idol. 23 schreibt Tertullian: ,Si', inquit, ,concupiscentia vel malitia in cor hominis ascenderit, pro facto teneri'«. Der Spruch klingt sachlich stark an Matth. 5, 28 an (s. Resch, Agrapha, Texte u. Unters. V, 4, S. 442), und es mag sein, daß er lediglich eine freie Ausprägung des dort gegebenen Gedankens ist und an eine besondere Quelle nicht gedacht zu werden braucht[1].

(5.) De paenit. 11 heißt es: »Hi sunt, de quibus scriptura commemorat: ,Vae illis qui delicta sua velut procero fune nectunt'.« Es läßt sich nicht ermitteln, wo dieser mit Prov. 5, 22 verwandte Spruch gestanden hat (s. Resch, a. a. O. S. 449).

(6.) De idol. 20 liest man: »Sicut scriptum est: ,Ecce homo et facta eius'.« Dieser »Ecce-homo«-Spruch ist (s. schon Clem. Alex. IV, 26, 171) stark bezeugt (s. Resch S. 133 f. 265 f. 293; Ropes, Texte und Unters. XIV, 2, S. 45 f.), und zwar in der Regel in der Form: ἰδοὺ ἄνθρωπος καὶ τὰ ἔργα αὐτοῦ πρὸ προσώπου αὐτοῦ. Weder ist an ein apokryphes Herrnwort zu denken noch notwendig an ein Schriftwort. Nur Tertullian bezeichnet es als ein solches, und er wird sich wohl geirrt haben. Er wird das Wort von irgendwoher aufgelesen und für ein Schriftwort gehalten haben. Woher es aber wirklich stammt, wissen wir nicht — vielleicht aus einer jüdischen Apokalypse.

(7.) Scorp. 7 heißt es: »Sophia«, inquit, »iugulavit filios suos.« Das Wort findet sich sonst nirgends, wohl aber schreibt Origenes (in Jerem. hom. XIV, 5) — ebenfalls ohne Unterlage an unseren Evangelien —: καὶ ἐν τῷ εὐαγγελίῳ ἀναγέγραπται· καὶ ἀποστέλλει ἡ σοφία τὰ τέκνα αὐτῆς. Die τέκνα τῆς σοφίας finden sich auch Luc. 7, 35, und Luc. 11, 49 heißt es: διὰ τοῦτο καὶ ἡ σοφία τοῦ θεοῦ εἶπεν· Ἀποστελῶ εἰς αὐτοὺς προφήτας κτλ. Mir ist es mit Resch (S. 444) wahrscheinlich, daß das »iugulavit« bei Tertullian ein Übersetzungsfehler ist (kein Fehler der Abschreiber, denn Tertullian argumentiert mit dem Wort). Dann kommt das Zitat dem des Origenes ganz nahe; aber als Kontamination aus den beiden Lukasstellen darf es doch nicht aufgefaßt werden: denn Origenes ist von Tertullian unabhängig. Also muß hier wirklich ein apokryphes Herrnwort anerkannt werden, von dessen Fundstelle wir nichts wissen. Stammt es aus dem Ägypterevangelium, so könnte es Tertullian nicht wohl direkt aus diesem zugegangen sein — denn er kannte dies Evangelium nicht —, sondern er müßte es aus einer Schrift aufgelesen haben, in der es zitiert war. Aus Prov. 9, 3 (s. Ropes, a. a. O. S. 15 f.) allein läßt sich das Zitat schwerlich erklären.

[1] Dies gilt meines Erachtens sicher von dem »apokryphen« Spruch adv. Hermog. 22 (»Si non est scriptum, timeat: ,Vae illud adiicientibus aut detrahentibus destinatum'«, den Resch a. a. O. S. 294 für ein Logion hält. — Auch für das Zitat de bapt. 20: »Nam et praecesserat dictum: Neminem intentatum regna coelestia consecuturum«, darf man schwerlich auf eine unbekannte Schriftstelle rekurrieren (gegen Resch, S. 108. 187 f.).

(8.) De orat. 26 schreibt Tertullian: »Vidisti«, inquit, »fratrem, vidisti dominum tuum.« Dies auch von Clemens Alex. (Strom. I, 19, 94 und II, 15, 70) und bei Palladius (s. Preuschen, Rufin S. 48) zitierte Wort (s. Resch S. 296; Ropes S. 49) — Clemens und Palladius bieten εἶδες τὸν θεόν σου — ist leider nicht näher zu bestimmen. Erwägt man, daß Clemens Alex. und Tertullian, die doch sonst nichts gemeinsam haben, gemeinsam die drei apokryphen Sprüche bringen:

»Peperit et non peperit«,
»Ecce homo et facta eius«,
»Vidisti fratrem, vidisti dominum (deum) tuum«,

so mag hier ein literarisches Rätsel stecken, das durch unsere Bemerkungen nicht gelöst ist, das aber bis auf weiteres überhaupt nicht gelöst werden kann.

(9.) Adv. Marc. III, 19 und adv. Iud. 10. 13 findet sich auch bei Tertullian der bekannte Zusatz zu Ps. 106, 10: »regnat a ligno«. Ich vermag über denselben nichts zu sagen, was nicht schon von anderen gesagt ist.

Anhang II (zu den Schlußausführungen).

Die christliche »Bibliothek« Cyprians.

Nichts ist lehrreicher, als nach der Musterung der christlichen Bibliothek Tertullians die Cyprians ins Auge zu fassen: Abgesehen von der Bibel[1] findet man nichts von ihm zitiert! Aber man darf noch mehr sagen: Abgesehen von der fleißigen, aber überall vollkommen verschleierten Lektüre Tertullians legt es keine Stelle in seinen Traktaten und Briefen nahe, nach einer Quelle zu suchen, ausgenommen die Stellen in ep. 73 und 74, in denen er auf gnostische Häretiker zu sprechen kommt (Cerdo, Marcion, Valentinianer, Apellesschüler, Ophiten). Sie stammen, wie die chronologische Notiz über Cerdo lehrt, entweder direkt oder indirekt[2] aus Irenäus; die Apellesschüler sind nach Tertullian hinzugefügt. Wenn außerdem hier »Patripassiani« und »Anthropiani« (fehlt im Sangerm.) aufgezählt sind, ja den Reigen eröffnen(!), so sind diese Bezeichnungen der modalistischen und adoptianischen Monarchianer (der Name »Anthropiani« ist sonst nicht bekannt) aus der lebendigen mündlichen Überlieferung (unter Einfluß von Tertullians Schrift adv. Prax.) genommen. Derselbe Mann, der mit Rom, Sizilien, Gallien, Spanien und Kappadozien korrespondiert und die großen kirchlichen Tagesfragen des Abendlandes dirigiert, hat nicht nur keine ältere christliche Literatur zitiert, sondern er hat, wenn nicht alles trügt, abgesehen von der Bibel und Tertullian, kaum etwas Christliches gelesen. Die christliche Bibliothek Cyprians bestand nahezu ausschließlich aus der Bibel und Tertullians Schriften. Das ist seine Schwäche und das ist seine Stärke gewesen! Neben der gesamten übrigen altchristlichen lateinischen Literatur, der älteren und der gleichzeitigen, bilden die zum Teil schon von ihm selbst gesammelten Traktate und Briefe Cyprians eine Größe für sich. Sie wurden faute de mieux »Literatur«, aber eine Literatur von kräftigster Wirkung.

---

[1] Das N. T. stimmt mit dem Tertullians (der Hirte des Hermas fehlt; doch sind Anspielungen wahrscheinlich). Nur eine einzige Anspielung auf einen apokryphen Spruch findet sich, nämlich de mortal. 17: »qualem te invenit dominus, cum vocat, talem pariter et iudicat«. Dieser zuerst von Justin bezeugte Spruch Jesu ist in der altchristlichen Literatur etwa noch achtzehnmal belegt (s. Texte und Unters. Bd. 30, 4, S. 102. 322ff.).

[2] Daß Cyprian Griechisch gekonnt hat, läßt sich nicht beweisen. Das griechische Original der Bibel kannte er nicht.

Über das quadratische Reziprozitätsgesetz.

Von G. Frobenius.

Die vom Gaussischen Lemma ausgehenden Beweise des Reziprozitätsgesetzes erfordern eine Abzählung von Gitterpunkten, die sich durch Zerschneiden und Zusammensetzen von Figuren in ähnlicher Weise ausführen läßt wie die zahlreichen Beweise des pythagoreischen Lehrsatzes. Die größte Bewunderung hat mit Recht die Art erregt, wie Zeller (Monatsber. 1874, S. 846) diese Abzählung ganz direkt ausführt. Aber auch seine Schlüsse lassen sich noch durch passende Anwendung jenes Verfahrens und konsequentere Benutzung seines Symmetrieprinzips vereinfachen. Für die Behauptung, daß

$$\varkappa = \frac{1}{4}(p-1)(q-1) + \lambda + \mu$$

gerade ist, erhält man so einen überaus anschaulichen und der geometrischen Deutung unmittelbar zugänglichen Beweis, der die Vorzüge des fünften Beweises von Gauss mit denen des dritten vereinigt. Seine von keiner Rechnung getrübte Durchsichtigkeit läßt deutlich erkennen, daß der Schluß, der in den meisten Darstellungen als der Nerv des Beweises erscheint, für die Herleitung des Reziprozitätsgesetzes selbst ganz überflüssig ist. Notwendig ist er, um zu zeigen, daß $\varkappa$ durch 4 teilbar ist, was noch nirgends bemerkt worden zu sein scheint. Jene Behauptung begründe ich näher durch Vergleichung des Beweises mit dem fünften und dritten Beweise von Gauss.

Voraus schicke ich einige Bemerkungen über die Definition, die Zolotareff für das Jacobische Zeichen gegeben hat.

§ 1.

Das Zeichen von Zolotareff.

Ist p eine positive ungerade Zahl, so bezeichne ich mit $\mathfrak{R}(x)$ den kleinsten positiven Rest der ganzen Zahl x (mod p). Ist q relativ prim zu p, so stimmen die Zahlen

$$\mathfrak{R}(q),\ \mathfrak{R}(2q),\ \cdots\ \mathfrak{R}((p-1)q) \tag{1.}$$

abgesehen von der Reihenfolge mit den Zahlen

$$(2.)\qquad 1\,,\,2\,,\,\cdots\,p-1$$

überein, bilden also eine Permutation derselben. Je nachdem diese gerade oder ungerade ist, hat das Jacobi-Legendresche Zeichen $\left(\frac{q}{p}\right)$ den Wert $+1$ oder -1. Diese Definition hat für den Fall, wo p eine Primzahl ist, Zolotareff gegeben in einer Arbeit über das Reziprozitätsgesetz, *Nouv. Ann.* (2) *tom. XI, p. 354.* Darüber habe ich in den Fortschritten der Mathematik, Bd. 4 (1872), S. 75, berichtet, und ich habe jene Definition schon damals auf den Fall ausgedehnt, wo p irgendeine ungerade Zahl ist. Die Ausdehnung, die ich wiederholt in meinen Vorlesungen vorgetragen habe, ist seither auch von Lerch und anderen gefunden worden. Daß das Jacobische Zeichen ein *Gruppencharakter* ist, tritt durch diese Definition am deutlichsten in Erscheinung. Dabei wird der Umstand benutzt, daß sich jede Gruppe als Gruppe von Permutationen darstellen läßt. Ist $q \equiv r \pmod{p}$, so ist

$$(3.)\qquad \left(\frac{q}{p}\right)=\left(\frac{r}{p}\right).$$

Die Permutation (1.) ist gerade oder ungerade, je nachdem darin die Anzahl $\varkappa$ der Inversionen gerade oder ungerade ist. Sind x und y zwei verschiedene Zahlen der Reihe (2.), so entsteht eine Inversion, wenn

$$(4.)\qquad x<y\;,\quad \mathfrak{R}(xq)>\mathfrak{R}(yq)$$

ist. Ersetzt man q durch $-q$, so enthält die Permutation

$$\mathfrak{R}(-q)\;,\;\mathfrak{R}(-2q),\cdots\mathfrak{R}(-(p-1)q)$$

$$\frac{1}{2}(p-1)(p-2)-\varkappa$$

Inversionen, und folglich ist, weil $p-2$ ungerade ist,

$$(5.)\qquad \left(\frac{-q}{p}\right)=(-1)^{\frac{1}{2}(p-1)}\left(\frac{q}{p}\right)$$

und insbesondere für $q=1$

$$(6.)\qquad \left(\frac{-1}{p}\right)=(-1)^{\frac{1}{2}(p-1)}.$$

Für $q=2$ enthält die Permutation

$$2,\,4,\cdots p-1,\,1,\,3,\,\cdots p-2$$

$$1+2+3+\cdots+\frac{1}{2}(p-1)=\frac{1}{8}(p^2-1)$$

Inversionen, und mithin ist

$$(7.)\qquad \left(\frac{2}{p}\right)=(-1)^{\frac{1}{8}(p^2-1)}.$$

Ist allgemein

$$x+y' = p\,, \qquad y+x' = p\,,$$

so ist auch

$$\mathfrak{R}(xq)+\mathfrak{R}(y'q) = p\,, \quad \mathfrak{R}(yq)+\mathfrak{R}(x'q) = p\,.$$

Unter den Bedingungen (4.) ist auch

$$x' < y'\,, \qquad \mathfrak{R}(x'q) > \mathfrak{R}(y'q)\,.$$

Demnach können die Inversionen einander paarweise zugeordnet werden, und wenn die beiden Inversionen eines Paares verschieden sind, so können sie unberücksichtigt bleiben, weil es nur darauf ankommt, ob $\varkappa$ gerade oder ungerade ist. Es braucht also nur die Anzahl λ der Inversionen gezählt zu werden, wofür $x = x'$, also auch $y = y'$ ist. Für solche ist

$$x+y = p\,, \quad \mathfrak{R}(xq)+\mathfrak{R}(yq) = p\,,$$

und folglich nach (4.)

$$x < \frac{1}{2}p\,, \quad \mathfrak{R}(xq) > \frac{1}{2}p\,.$$

Demnach ist

$$\left(\frac{q}{p}\right) = (-1)^{\lambda}\,, \tag{8.}$$

wo λ angibt, wie oft der kleinste positive Rest von

$$q\,,\ 2q\,,\ \cdots \frac{1}{2}(p-1)q \qquad (\mathrm{mod}\ p)$$

größer als $\frac{1}{2}p$, oder der absolut kleinste Rest negativ ist (Gauss, Schering).

Aus dieser Eigenschaft des Zeichens von Zolotareff ergibt sich (§ 2) das Reziprozitätsgesetz

$$\left(\frac{q}{p}\right)\left(\frac{p}{q}\right) = (-1)^{\frac{1}{4}(p-1)(q-1)}\,. \tag{9.}$$

In Verbindung mit $\left(\frac{1}{p}\right) = 1$ genügen die Formeln (3.), (5.) und (9.) vollständig zur Berechnung des Zeichens $\left(\frac{q}{p}\right)$. Nach (3.) ist $\left(\frac{q}{p}\right) = \left(\frac{\pm r}{p}\right)$, wo $\pm r$ der absolut kleinste Rest von q (mod $2p$), also $r < p$ und ungerade ist. Ist dieser Rest negativ, so führt (5.) das Zeichen auf $\left(\frac{+r}{p}\right)$, und dann (9.) auf $\left(\frac{p}{r}\right)$ zurück. Bei Fortsetzung dieses Verfahrens werden Zähler und Nenner immer kleiner, bis man auf $\left(\frac{1}{p}\right) = 1$ kommt. (Auf diesem Wege findet man auch $\left(\frac{2}{p}\right) = \left(\frac{2-p}{p}\right)$.) Da nun das Jacobische Zeichen dieselben Eigenschaften besitzt, so muß es mit dem Zeichen von Zolotareff übereinstimmen.

§ 2.

Das Reziprozitätsgesetz.

Sei x eine Veränderliche, deren *Bereich* auf die Werte

$$1,\ 2,\ \cdots \frac{1}{2}(p-1) \qquad (x)$$

beschränkt ist. Der absolut kleinste Rest von $qx \pmod p$ ist $qx-py$, falls y so gewählt wird, daß diese Differenz zwischen $-\frac{1}{2}p$ und $+\frac{1}{2}p$ liegt, was stets und nur in einer Weise möglich ist. Demnach gibt λ an, für wie viele Wertepaare x, y

$$0 > qx-py > -\frac{1}{2}p \qquad (\lambda)$$

ist. Hier entspricht nicht jedem der $\frac{1}{2}(p-1)$ Werte von x ein Wert von y, sondern nur λ von ihnen, und jedem dieser λ Werte nur ein Wert y. Da für diesen

$$py > qx > 0\,, \quad py < qx+\frac{1}{2}p < \frac{1}{2}qp+\frac{1}{2}p$$

ist, so kann y auf die Werte

$$1,\ 2,\ \cdots \frac{1}{2}(q-1) \qquad (y)$$

beschränkt werden, deren Bereich ich mit (y) bezeichne.

Ebenso gibt μ an, für wieviel Stellen

$$0 > py-qx > -\frac{1}{2}q \qquad (\mu)$$

ist, wenn x die Werte $1, 2, \cdots \frac{1}{2}(p-1)$ und y die Werte $1, 2, \cdots \frac{1}{2}(q-1)$ durchläuft. Solcher Wertepaare x, y gibt es

$$\rho = \frac{1}{2}(p-1)(q-1)\,,$$

deren Bereich ich mit (x, y) bezeichne.

Für jede dieser ρ Stellen ist entweder

$$(1.) \qquad py-qx > \frac{1}{2}p \qquad (\delta)$$

oder

$$(2.) \qquad \frac{1}{2}p > py-qx > 0 \qquad (\lambda)$$

oder

$$(3.) \qquad 0 > py-qx > -\frac{1}{2}q \qquad (\mu)$$

oder

$$(4.) \qquad -\frac{1}{2}q > py-qx\,. \qquad (\delta').$$

An keiner Stelle ist[1] $py-qx=0$. Der Bedingung (1.) mögen δ, der Bedingung (4.) δ' Stellen genügen. Dann ist

$$\rho = \lambda + \mu + \delta + \delta'. \tag{5.}$$

Nun ist aber

$$\delta' = \delta. \tag{6.}$$

Denn die Ungleichheit (1.) geht durch die Substitutionen

$$x = \frac{1}{2}(p+1) - x' \;,\; y = \frac{1}{2}(q+1) - y' \tag{7.}$$

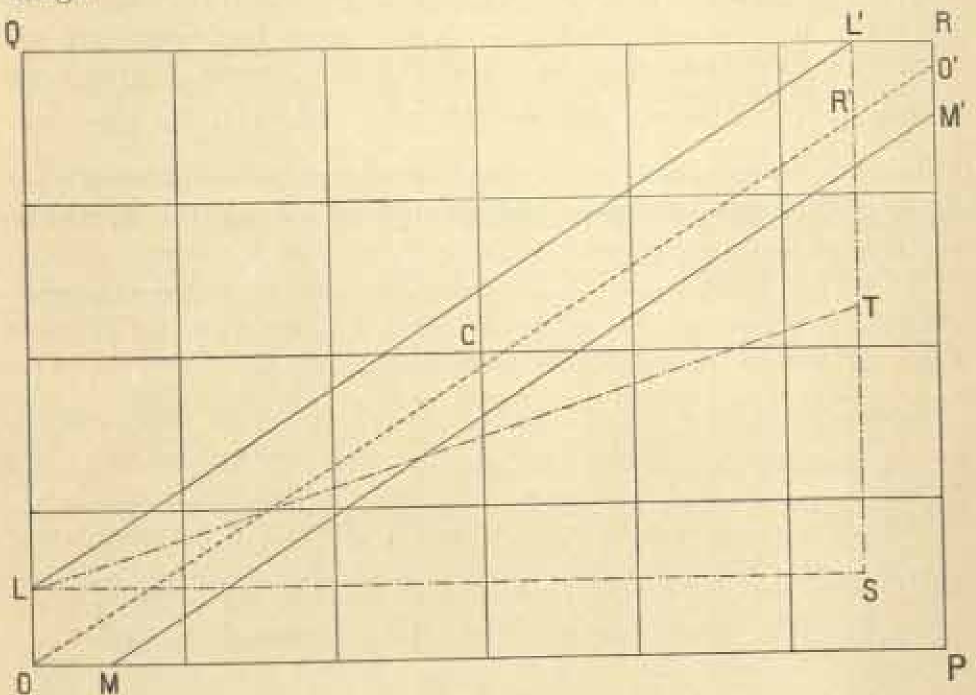
in (4.) über, und wenn x die Werte $1, 2, \cdots \frac{1}{2}(p-1)$ durchläuft, so durchläuft x' dieselben Werte. Ebenso stimmt der Bereich (y) mit (y') überein. Mithin ist

$$\left(\frac{q}{p}\right)\left(\frac{p}{q}\right) = (-1)^{\frac{1}{4}(p-1)(q-1)}. \tag{8.}$$

Daß für ebenso viele Werte $p(2y-1) > q\,2x$ ist, wie $p\,2y < q(2x-1)$ erkennt man noch unmittelbarer, wenn man die Substitutionen (7.) auf die Gestalt

$$\begin{aligned} 2x &= p-(2x'-1) \;,\; & 2y &= q-(2y'-1) \\ 2x-1 &= p-2x' \;,\; & 2y-1 &= q-2y' \end{aligned} \tag{9.}$$

bringt.



[1] Haben p und q den größten gemeinsamen Divisor d, so sind hier noch die $\frac{1}{2}(d-1)$ Lösungen der Gleichung $py=qx$ zu berücksichtigen, $x = p', 2p', \cdots \frac{1}{2}(d-1)p'$, wo $p = dp'$ ist (vgl. Fields, *Amer. J. Bd. 13, S. 189*).

Die geometrische Bedeutung dieser Schlüsse ist klar. In der Figur ist $p = 11$, $q = 7$. R hat die Koordinaten $\frac{1}{2}(p+1)$, $\frac{1}{2}(q+1)$, L, L', M, M' sind die Mitten der Seiten der betreffenden Quadrate. Die 3 parallelen Geraden OO', LL', MM' haben die Gleichungen

$$py = qx, \quad py = qx + \frac{1}{2}p, \quad py = qx - \frac{1}{2}q.$$

Die Substitution (7.) ordnet je zwei Punkte einander zu, die zum Zentrum C des Rechtecks

$$a = \frac{1}{4}(p+1), \quad b = \frac{1}{4}(q+1)$$

symmetrisch liegen. Ich werde sie *symmetrische* Punkte im Rechteck nennen.

Innerhalb des Rechtecks $OPQR$ liegen ρ Gitterpunkte, λ zwischen OO' und LL', μ zwischen OO' und MM'. Entfallen δ Punkte auf das Dreieck $LL'Q$, so entfallen auf das kongruente Dreieck $MM'P$ ebenso viele, und mithin ist

$$\rho = \lambda + \mu + 2\delta. \tag{10.}$$

Diesen anschaulichen Beweis hätte man längst gefunden, hätte nicht Eisenstein (*Crelles Journal Bd. 28, S. 246*) seine Nachfolger irre geführt durch Zeichnen eines Rechtecks $OP'Q'R'$, worin R' die Koordinaten $\frac{1}{2}p$, $\frac{1}{2}q$ besitzt, also auf OO' liegt. Übrigens hat Eisenstein nicht, wie häufig gesagt wird, durch geometrische Betrachtungen das Reziprozitätsgesetz bewiesen, sondern nur die Formel (15.) aber nicht die Formel (6.) oder (16.).

Um die Beziehungen des obigen Beweises zu anderen Darstellungen klarer darlegen zu können, bringe ich ihn noch auf folgende Form. Wenn an λ' Stellen des Bereiches (x, y)

$$py - qx < 0 \qquad (\lambda') \tag{11.}$$

ist, so ist nach (2.) an $\lambda + \lambda'$ Stellen

$$py - qx < \frac{1}{2}p \qquad (\lambda + \lambda'). \tag{12.}$$

Auf diese Weise wird die Grenze 0 (die Grenzlinie OO') entfernt, die allein die volle Symmetrie der Figur stört. Wenn an μ' Stellen

$$py - qx > 0 \qquad (\mu') \tag{13.}$$

ist, so ist nach (3.) an $\mu + \mu'$ Stellen

$$qx - py < \frac{1}{2}q \qquad (\mu + \mu'). \tag{14.}$$

Da $py-qx$ an jeder der ρ Stellen entweder positiv oder negativ ist, so ist nach (11.) und (13.)

$$\lambda'+\mu' = \rho. \tag{15.}$$

Weil die Bedingung (12.) durch die Substitutionen (7.) in (14.) übergeht, so ist

$$\lambda+\lambda' = \mu+\mu'. \tag{16.}$$

Mithin ist

$$\lambda+\mu \equiv \lambda'+\mu' = \frac{1}{4}(p-1)(q-1) \qquad (\text{mod } 2).$$

Macht man in der Ungleichheit (12.) nur die eine der beiden Substitutionen (7.), so erkennt man, daß $\lambda+\lambda' = \mu+\mu'$ die Anzahl der Stellen ist, die der symmetrischen Bedingung

$$\frac{2x}{p}+\frac{2y}{q} > 1 \tag{17.}$$

genügen; oder auch der Bedingung

$$\frac{2x-1}{p}+\frac{2y-1}{q} < 1. \tag{18.}$$

Nun kann man auch dem Beweise von Zeller eine Form geben, die seinem Mangel an Symmetrie abhilft. Nach (2.) und (3.) ist $\lambda+\mu$ die Anzahl der Stellen x, y, die der Bedingung

$$\frac{1}{2}p > py-qx > -\frac{1}{2}q \qquad (\lambda+\mu)$$

genügen[1]. Diese aber geht durch die Substitution (7.) in sich selbst über. Gehört x, y zu den $\lambda+\mu$ Stellen, so gehört dazu auch x', y'. Daher ist $\lambda+\mu$ gerade, außer wenn

$$x = x' = \frac{1}{4}(p+1) \quad , \quad y = y' = \frac{1}{4}(q+1)$$

ganze Zahlen sind, wenn also p und q beide von der Form $4n-1$ sind. Dann und nur dann ist $\lambda+\mu$ ungerade.

Liegt der Punkt x, y auf dem Streifen zwischen LL' und MM' (dem Sechseck $OLL'RM'M$, oder dem Parallelogramm $LL'MM'$, dessen Diagonalen sich in C schneiden), so liegt der symmetrische

[1] Erst nach Abschluß dieser Arbeit ist mir die Mitteilung von Dedekind über die ursprüngliche Form des Zellerschen Beweises in der Festschrift für Heinrich Weber zu Gesicht gekommen. Bis zu dieser Stelle stimmt dieser Beweis mit dem obigen überein, nur daß $p < q$ vorausgesetzt wird. Dies liegt daran, daß die im Anfang dieses Paragraphen bestimmten Grenzen für y nicht aus der Ungleichheit (2.), sondern aus $\frac{1}{2}p > py-qx > -\frac{1}{2}p$ erhalten sind. Daß $y > 0$ ist, kann man aber daraus nur schließen, wenn $p < 2q$ ist.

Punkt x', y' auch darauf. Dieser Streifen nebst allen seinen Gitterpunkten kommt durch eine halbe Umdrehung um den Mittelpunkt C des Rechtecks mit sich selbst zur Deckung. Daher ist die Anzahl $\lambda+\mu$ dieser Gitterpunkte gerade, außer wenn das Zentrum der Symmetrie

$$a = \frac{1}{4}(p+1) \quad , \quad b = \frac{1}{4}(q+1)$$

selbst ein Gitterpunkt ist. Bei diesem Beweise ist die Hinzunahme fremder Gitterpunkte gänzlich vermieden worden.

§ 3.

Der fünfte Beweis von Gauss.

Gauss benutzt in seinem *dritten* Beweise ebenfalls die Zahlen $\lambda+\lambda'$ und $\mu+\mu'$, die er in § 7 mit L und M bezeichnet. Leider ist ihm die Beziehung $L = M$ entgangen; sonst hätte er uns viele Beweise des Reziprozitätsgesetzes erspart. Statt dessen zeigt er, daß $L = \lambda+\lambda'$ gerade ist. Aus denselben Gründen ist auch $\mu+\mu'$ gerade, und mithin ist

$$\lambda+\mu \equiv \lambda'+\mu' = \rho \pmod 2 .$$

Demnach können die Beweise in zwei Klassen geteilt werden, je nachdem sie darauf ausgehen zu zeigen, daß $L = M$ ist, oder daß L gerade ist. Den letzteren Weg halte ich für einen Umweg. Eine ähnliche Einteilung macht Schering (*Gött. Nachr. 1879, S. 217*), der in dieses Gebiet nach Gauss am tiefsten eingedrungen ist.

Aus dem Prinzip der Symmetrie abzuleiten, daß $\lambda+\lambda'$ gerade ist, ist mir nur durch die Deutung gelungen, die Gauss in seinem *fünften* Beweise für diese Zahl entwickelt hat.

Er ordnet dort jeder Stelle u, v eine Zahl z zu, die zwischen $-\frac{1}{2}pq$ und $+\frac{1}{2}pq$ liegende Zahl, die den beiden Kongruenzen

$$z \equiv u \pmod p \quad , \quad z \equiv v \pmod q$$

genügt. Unter den Zahlen z, die den ρ Stellen x, y entsprechen, seien α positiv, δ negativ. Unter den Zahlen z, die den ρ Stellen $-x, y$ entsprechen, seien β positiv, δ negativ. Dann ist

$$\rho = \alpha+\delta = \beta+\gamma .$$

Ist x eine *bestimmte* der Zahlen $1, 2, \cdots \frac{1}{2}(p-1)$, so sind $\frac{1}{2}(q-1)$ der Zahlen $1, 2, \cdots \frac{1}{2}(pq-1)$ kongruent $-x \pmod p$, nämlich

$$-x+p, \; -x+2p, \cdots -x+\frac{1}{2}(q-1)p .$$

*Irgend*einem der $\frac{1}{2}(p-1)$ Werte von $-x$ sind daher $\frac{1}{2}(p-1)\frac{1}{2}(q-1)=\rho$ jener $\frac{1}{2}(pq-1)$ Zahlen $(\bmod\, p)$ kongruent. Von diesen ρ Zahlen sind β irgendeinem der Werte von y $(\bmod\, q)$ kongruent, δ irgendeinem der Werte von $-y$, und λ sind $\equiv 0$ $(\bmod\, q)$. Dies sind die λ Zahlen aus der Reihe

$$q,\ 2q,\cdots\frac{1}{2}(p-1)q,$$

die einem $-x$ $(\bmod\, p)$ kongruent sind. Daher ist

$$\rho=\beta+\delta+\lambda=\gamma+\delta+\mu.$$

Aus diesen vier Gleichungen ergeben sich die Formeln

$$(1.)\quad \begin{array}{lll} 2\alpha=\rho+\lambda+\mu, & \alpha=\lambda+\lambda'=\mu+\mu', & LL'P\simeq MM'Q, \\ 2\beta=\rho-\lambda+\mu, & \beta=\lambda' & .\quad OO'P \quad , \\ 2\gamma=\rho+\lambda-\mu, & \gamma=\mu' & .\quad OO'Q \quad , \\ 2\delta=\rho-\lambda-\mu, & \delta=\lambda'-\mu=\mu'-\lambda, & LL'Q\simeq MM'P. \end{array}$$

In der ersten Spalte stehen die Formeln von GAUSS, die Bedeutung der beiden anderen Spalten erläutere ich unten. Jede der vier Formeln beweist das Reziprozitätsgesetz. Ganz besonders deutlich zeigen sie, wie unnötig es für den Beweis dieses Satzes zu wissen, daß α gerade ist.

Der fünfte Beweis von GAUSS ist (aber nicht in der Darstellung von KRONECKER) ebenso einfach wie der des § 2, aber nicht so durchsichtig und anschaulich. Dafür hat er den Vorzug, daß man aus der darin benutzten Definition von α leicht erkennen kann, daß α gerade ist.

Ist das Zentrum der Symmetrie

$$a=\frac{1}{4}(p+1)\quad,\quad b=\frac{1}{4}(q+1)$$

ein Gitterpunkt, so ist $p\equiv q\equiv -1$, also $pq\equiv 1$ (mod 4), und folglich ist

$$c=-\frac{1}{4}(pq-1)$$

die ihm entsprechende Zahl z, und diese ist negativ.

Entspricht aber dem Punkte x, y eine positive Zahl z, so entspricht dem symmetrischen Punkte x', y' nach (7.) § 2 die Zahl

$$(2.)\qquad z'=\frac{1}{2}(pq+1)-z,$$

die ebenfalls positiv ist. Folglich zerfallen die α *positiven* Punkte x, y, (denen ein positiver Wert von z entspricht), in $\frac{1}{2}\alpha$ Paare symmetri-

scher Punkte. (Ist z negativ, so ist $z' = -\frac{1}{2}(pq-1)-z$ ebenfalls negativ.)

Die zweite Spalte der obigen Tabelle erhält man, indem man die Formeln von GAUSS mit den Relationen (15.) und (16.), § 2 vergleicht. In der dritten Spalte habe ich mit $OO'P$ und $OO'Q$ die beiden Figuren bezeichnet, in die das Rechteck durch die Gerade OO' geteilt wird. Der Punkt O' liegt nämlich auf der Seite PR oder QR, je nachdem $p > q$ oder $p < q$ ist. (Ist also $p > q$, so ist $\lambda' \leq \mu'$ und $\lambda \geq \mu$.) In ähnlicher Weise bezeichne ich die Figuren, in die das Rechteck durch LL' oder MM' geteilt wird. Demnach ist $LL'P$ das Fünfeck $OLL'RP$, und enthält α Gitterpunkte.

Mit voller Absicht habe ich hier das Zeichen und den Begriff der größten ganzen Zahl unter einer gegebenen Größe vermieden, weil er den Sinn der Beweise des Reziprozitätsgesetzes mehr verdunkelt als erhellt. (Vgl. z. B. den Beweis von HACKS, *Acta Math. Bd. 12, S. 109*, der mit dem Beweise in § 2 nahe verwandt ist.) Dieser Ansicht scheint auch DEDEKIND zu sein. Dagegen werde ich mich im folgenden einer Zeichensprache bedienen, die eine Vereinfachung der von SCHERING benutzten ist. Sind die Variabeln x und y so beschränkt wie oben, so bezeichne ich die Anzahl der Stellen des Bereiches (x, y), an denen $f(x,y) < g(x,y)$ ist mit $[f(x,y) < g(x,y)]$. Ist nirgends $f(x,y) = g(x,y)$, so ist, wie in der Formel (15.) § 2

$$(3.)\qquad [f(x,y) < g(x,y)] + [f(x,y) > g(x,y)] = \rho.$$

Die Zahlen $\lambda', \mu', \lambda, \mu$ sind dann durch die Gleichungen

$$(4.)\qquad \lambda' = [py < qx]\quad,\qquad \mu' = [py > qx],$$

$$(5.)\qquad \lambda + \lambda' = [p(2y-1) < q2x] = \mu + \mu' = [p2y > q(2x-1)]$$

definiert, die Zahlen von GAUSS durch

$$(6.)\qquad \begin{aligned} \alpha &= [p(2y-1) < q2x] &&= [p2y > q(2x-1)],\\ \beta &= [p2y < q2x] &&= [p(2y-1) > q(2x-1)],\\ \gamma &= [p(2y-1) < q(2x-1)] &&= [p2y > q2x],\\ \delta &= [p2y < q(2x-1)] &&= [p(2y-1) > q2x]. \end{aligned}$$

Die zweite Formel geht jedesmal durch die Substitution (9.) § 2 aus der ersten hervor.

Die Verteilung der δ *negativen* Punkte im Rechteck läßt sich genauer beschreiben: Ist ξ, η ein solcher (im Innern oder auch am Rande des Rechtecks, aber die 4 Ecken O, P, Q, R ausgeschlossen), so ist der entsprechende negative Wert $z = \xi - py = \eta - qx$. Die Zahl δ ist die Anzahl der Lösungen der Gleichung

$$(7.)\qquad py - qx = \xi - \eta.$$

wenn jeder der beiden Punkte x, y und ξ, η das Innere des Rechtecks durchläuft.

Die Bedingung hängt nur von $\xi-\eta$ ab. Ist also ξ', η' ein Punkt des Rechtecks, für den $\xi'-\eta' = \xi-\eta$ ist, so ist er auch ein negativer Punkt (dagegen ist $\xi = \frac{1}{2}(p-1)$, $\eta = \frac{1}{2}(q-1)$, $z = \frac{1}{2}(pq-1)$ positiv, und $\xi' = \frac{1}{2}(p+1)$, $\eta' = \frac{1}{2}(q+1)$, $z' = -\frac{1}{2}(pq-1)$ negativ). Daher braucht man nur die negativen Punkte auf dem Rande zu suchen (mit Ausschluß der Ecken). Sei wieder x auf das Gebiet (x), y auf (y), § 2 beschränkt. Von den absolut kleinsten Resten der Zahlen $-qx \pmod p$ [bzw. $-py \pmod q$] seien λ [μ] positiv, $\xi_1, \xi_2, \cdots \xi_\lambda$ [$\eta_1, \eta_2, \cdots \eta_\mu$]. Man nehme auf OP die λ Punkte mit den Abszissen $\xi_1, \xi_2, \cdots \xi_\lambda$ und auf OQ die μ Punkte mit den Ordinaten $\eta_1, \eta_2, \cdots \eta_\mu$, und ziehe durch jeden dieser $\lambda+\mu$ (negativen) Punkte eine Parallele zur Geraden $y = x$, die den Winkel POQ halbiert. Die Punkte im Innern des Rechtecks, die auf diesen $\lambda+\mu$ (zu C symmetrischen) Geraden liegen, sind die δ negativen Punkte.

Ist $p > q$, so ist $\lambda \geqq \mu$ und

$$\frac{1}{2}(q-1) \leqq \lambda+\mu \leqq \frac{1}{2}(p-1). \tag{8.}$$

Beide Grenzen werden erreicht, z. B. die untere für $p-2 = q = 4n+1$, die obere für $p-2 = q = 4n-1$. Denn die $\lambda+\mu$ positiven Zahlen $\xi_1, \cdots \xi_\lambda, \eta_1, \cdots \eta_\mu$ sind alle untereinander verschieden, die Zahlen $1, 2, \cdots \frac{1}{2}(q-1)$ kommen alle unter ihnen vor, von den Zahlen zwischen $\frac{1}{2}q$ und $\frac{1}{2}p$ fehlen $\nu = \frac{1}{2}(p-1)-\lambda-\mu$. Sind dies $\tau_1, \tau_2, \cdots \tau_\nu$, so ist

$$\tau_1+\tau_\nu = \tau_2+\tau_{\nu-1} = \cdots = \frac{1}{2}(p+q), \tag{9.}$$

und in derselben Beziehung stehen die zwischen $\frac{1}{2}q$ und $\frac{1}{2}p$ liegenden Werte unter den Zahlen $\xi_1, \xi_2, \cdots \xi_\lambda$. Denn ist $py-qx = \xi$, so ist $qx < py \leqq \frac{1}{2}(q-1)p < \frac{1}{2}(p-1)q$, also $x \leqq \frac{1}{2}(p-3)$. Daher ist auch

$$\xi' = p\left(\frac{1}{2}(q+1)-y\right)-q\left(\frac{1}{2}(p-1)-x\right) = \frac{1}{2}(p+q)-\xi \tag{10.}$$

eine der Zahlen $\xi_1, \cdots \xi_\lambda$. Wenn $\frac{1}{4}(p+q)$ eine ganze Zahl ist, so ist sie ein ξ oder τ, d. h. ist die Gleichung $py-qx = \frac{1}{4}(p+q)$ möglich oder nicht, je nachdem $q \equiv -1$ oder $+1 \pmod 4$ ist; und dasselbe gilt für $\frac{1}{4}(p-q)$. Aus diesen Überlegungen kann man nach

Zeller schließen, daß $\lambda+\mu$ nur dann ungerade ist, wenn $p\equiv q\equiv -1$ (mod 4) ist. Man hat aber immer umständliche Betrachtungen anzustellen, wenn man sich, wie in Gleichung (10.) einer anderen Symmetrie bedient, als der durch (7.), § 2 ausgedrückten. Solcher Symmetrien kann man übrigens leicht noch andere aufstellen, wenn man $p>mq$ voraussetzt.

Ist $\xi_1>\xi_2>\cdots>\xi_\lambda$ und $\eta_1>\eta_2>\cdots\eta_\mu$, so ergeben sich mit Hilfe von (7.), § 2 die Relationen

$$(11.)\qquad \xi_1-\eta_1=\cdots=\xi_\mu-\eta_\mu=\xi_{\mu+1}+\xi_\lambda=\xi_{\mu+2}+\xi_{\lambda-1}=\cdots=\frac{1}{2}(p-q),$$

demnach $\xi_\mu>\frac{1}{2}(p-q)>\xi_{\mu+1}$. Endlich führt die am Ende des § 4 besprochene Methode von Dirichlet (vgl. Dedekind a. a. O. S. 33) zu den Gleichungen

$$(12.)\qquad 4(\xi_1+\xi_2+\cdots+\xi_\lambda)=p(\lambda+\mu)-\rho,\quad 4(\eta_1+\eta_2+\cdots+\eta_\mu)=q(\lambda+\mu)-\rho.$$

Da die $\lambda-\mu$ verschiedenen Zahlen $\xi_\lambda,\cdots\xi_{\mu+1}<\frac{1}{2}(p-q)$ sind, so ist

$$(13.)\qquad \lambda-\mu<\frac{1}{2}(p-q),\qquad \frac{1}{2}(p-1)-\lambda>\frac{1}{2}(q-1)-\mu.$$

Zum Schluß erwähne ich noch eine Deutung der Formel (17.), § 2 in Verbindung mit den Formeln (11.) und (13.), § 2. Ordnet man jeder Stelle u, v eine Zahl t zu, den absolut kleinsten Rest von $-pv-qu\equiv-(p+q)z$ (mod pq), so sind unter den Zahlen, die den ρ Stellen x, y entsprechen, α positiv und δ negativ; und unter den Zahlen, die den ρ Stellen $-x, y$ entsprechen, β positiv und γ negativ.

§ 4.

Der dritte Beweis von Gauss.

Durchläuft x_0 die geraden, x_1 die ungeraden Werte von x, so ist der Bereich $(x)=(x_0)+(x_1)$ und analog $(y)=(y_0)+(y_1)$. Ist $p=4n\pm1$, so durchläuft x_1 die n Werte $1, 3, \cdots 2n-1$. Dann gibt Gauss in seinem *dritten* Beweise § 4, VIII, die Formel

$$\frac{1}{2}(\lambda+\lambda')=\frac{1}{2}(q-1)n-[py<qx_1].$$

Hier muß also unterschieden werden, ob p die Form $4n+1$ oder $4n-1$ hat. Diesem Schönheitsfehler ist aber leicht abzuhelfen. Es ist nämlich $\frac{1}{2}(q-1)n$ die Anzahl der Punkte im Rechteck, deren Ab-

zisse ungerade ist. Daher erhält man, indem man das Rechteck durch OO' teilt, die Relation

$$\frac{1}{2}(\lambda+\lambda') = [py > qx_1] = [py > q(2x-1)].$$

Denn wenn $q(2x-1) < py < \frac{1}{2}pq$ ist, so ist $2x-1 < \frac{1}{2}p$, gehört also dem Bereiche (x_1) an.

Nimmt man dazu die Gleichung $\lambda+\lambda' = \mu+\mu'$, so erhält man die folgenden Sätze (vgl. Schering, Sitzungsber. 1885, S. 116 u. 117):

(1.) $$\frac{1}{2}(\lambda'-\lambda) = [py_0 < qx] = [2py < qx]$$

ist die Anzahl der Punkte in $OO'P$ mit geradem y.

(2.) $$\frac{1}{2}(\mu'-\mu) = [py > qx_0] = [py > 2qx]$$

ist die Anzahl der Punkte in $OO'Q$ mit geradem x.

(3.) $$\frac{1}{2}(\lambda+\lambda') = [py > qx_1] = [py > q(2x-1)]$$
$$= \frac{1}{2}(\mu+\mu') = [py_1 < qx] = [p(2y-1) < qx]$$

ist die Anzahl der Punkte in $OO'P$ mit ungeradem y und zugleich die Anzahl der Punkte in $OO'Q$ mit ungeradem x.

Nach der Methode des § 2 lassen sich diese Sätze so erhalten: Durchläuft v die Werte $1, 2, \cdots q-1$, so ist der Bereich

$$(v) = (2y)+(2y-1) = (y)+(q-y)$$

und entsprechend ist $[pv < q2x]$ gleich

$$[p2y < q2x]+[p(2y-1) < q2x] = [py < q2x]+[p(q-y) < q2x].$$

Ersetzt man in dem letzten Ausdruck $2x$ durch $p-(2x-1)$, so geht er in $[py > q(2x-1)]$ über. Wendet man ferner auf zwei jener Ausdrücke die Formel (3.) § 3 an, so erhält man

$$\rho-[py > qx]+[p(2y-1) < q2x] = \rho-[py > q2x]+[py > q(2x-1)]$$

oder nach (12.) und (13.), § 2

$$[py > q(2x-1)]-[py > q2x] = \lambda+\lambda'-\mu'.$$

Durchläuft u die Werte $1, 2, \cdots p-1$, so ist

$$[py > q(2x-1)]+[py > q2x] = [py > qu] = [py > qx] = \mu'.$$

Denn wenn $qu < py < \frac{1}{2}py$ ist, so ist $u < \frac{1}{2}p$, gehört also dem Bereich (x) an. Mithin ist

$$\frac{1}{2}(\lambda + \lambda') = [py > q(2x-1)].$$

Die Gleichungen

$$(4.)\quad (\lambda + \lambda') = [p(2y-1) < q2x], \quad \frac{1}{2}(\lambda + \lambda') = [p(2y-1) < qx]$$

lassen die interessante geometrische Deutung zu:

Das rechtwinklige Dreieck $LL'S$ mit den Katheten $\frac{1}{2}p$ und $\frac{1}{2}q$ wird durch seine Mittellinie LT (deren Gleichung $p(2y-1) = qx$ ist) in zwei Dreiecke geteilt, die gleich viele Gitterpunkte enthalten. Wird dagegen die Ordinate $P'R'$ des Punktes R' in V halbiert, so enthält nach (1.) das Dreieck $OP'V$ nur $\frac{1}{2}(\lambda' - \lambda)$, das Dreieck OVR' aber $\frac{1}{2}(\lambda' + \lambda)$ Gitterpunkte, so daß λ Gitterpunkte auf dem Streifen zwischen den beiden Parallelen LT und OV liegen, d. h. von den absolut kleinsten Resten der Zahlen

$$q, \quad 2q, \quad \frac{1}{2}(p-1)q \qquad (\mathrm{mod}\ 2p)$$

sind λ negativ.

Zu einer anderen Deutung der Zahl $\frac{1}{2}(\lambda + \lambda')$ führt der Beweis, den Dirichlet in seinen Vorlesungen entwickelt hat:

Unter den $\lambda + \lambda'$ Gitterpunkten in der Figur $LL'P$ gibt es ebenso viele, an denen die Zahl $py - qx$ gerade ist, wie solche, an denen sie ungerade ist.

Denn durchläuft x, y die Stellen, für die $p(2y-1) < q2x$ ist, so ist

$$\sum (-1)^{py-qx} = 0.$$

Ist nämlich $g(x)$ die Anzahl der Werte von y, die einem bestimmten Werte x entsprechen, so ist

$$pg(x) - qx = \pm x',$$

wo x' zugleich mit x die Werte $1, 2, \cdots \frac{1}{2}(p-1)$ durchläuft (Gauss, Beweis des Lemma). Dann ist die Partialsumme

$$\sum (-1)^y = \frac{1}{2}((-1)^{g(x)} - 1),$$

also, weil (vgl. Kronecker, Sitzungsber. 1884, S. 252)

$$g(x) + x \equiv x' \qquad (\text{mod } 2)$$

ist,

$$2\sum(-1)^{x+y} = \sum(-1)^{x}\left((-1)^{g(x)}-1\right) = \sum(-1)^{x'} - \sum(-1)^{x} = 0 .$$

Alle diese feineren Einteilungen sind aber, wie ich nochmals bemerke, zum Beweise des Reziprozitätsgesetzes selbst nicht notwendig. Dazu braucht man nicht zu wissen, daß die Zahl $\rho + \lambda + \mu$ durch 4 teilbar ist, sondern nur, daß sie gerade ist.

Die Anfangsepoche des jüdischen Kalenders.

Von Dr. B. Cohn,
Astronom an der Sternwarte in Straßburg.

Vorgelegt von den HH. Struve und Sachau.

Die dem jüdischen Kalender zugrunde liegende Epoche, Jahr, Tag und Stunde des ersten mittleren Neumondes, des sogenannten Moleds Beharad oder Moleds der Öde (tohu), hat bisher noch keine befriedigende Erklärung gefunden. Auch die Frage, wann der jüdische Kalender in seiner jetzigen Form eingeführt worden ist, hat noch keine definitive Bearbeitung erhalten. Auf beide Punkte möchte ich im folgenden näher eingehen, und ich werde nachzuweisen versuchen, daß zwischen ihnen ein enger Zusammenhang besteht.

Ideler behauptet in seinem Handbuch der Chronologie Bd. I, S. 581, daß Hillel II den Moled der Öde abgeleitet habe aus dem Moled des Jahresbeginns 4105 der Schöpfungsära = 344 n. Chr.; auf welche Weise aber der Zahlenwert dieses letzteren $2^d\,4^h\,204^p$[1], d. i. Sonntag abends $10^{204}/_{1080}{}^h$, von Hillel ermittelt worden sein soll, darüber werden wir nicht aufgeklärt. Ginzel[2] übernimmt die Idelersche Behauptung und benutzt zum Beweise die Neumondszahl Beharad $2^d\,5^h\,204^p$, die gerade Gegenstand des Beweises ist. Mit Recht bemerkt Ginzel einige Zeilen vorher: »man mußte daher von dem beobachteten oder berechneten Moled Tischri eines Jahres ausgehen«, um den Tag des Epochejahres zu finden. Die Berechnung hätte eben unabhängig von einer durch den Kalender selbst gegebenen Größe geschehen müssen, geradeso wie eine Beobachtung nicht durch sie beeinflußt sein konnte. Daß der Moled irgendeines Monats nur durch Beobachtung, d. h. durch die Bestimmung der Zeit der Mitte einer totalen Sonnenfinsternis, konstatiert worden ist, ist so gut wie ausgeschlossen. Zu einer solchen Feststellung mangelte es im Anfange des Mittel-

---

[1] Im folgenden bedeutet d = dies, h = hora, p = pars = $^1/_{1080}$ hora.

[2] Handbuch der mathematischen und technischen Chronologie. Leipzig 1911, Bd. II, S. 80.

alters noch zu sehr an einer hierfür erforderlichen exakten Methode zur Vorausberechnung einer derartigen Himmelserscheinung, wie auch an der Möglichkeit einer bis auf die Sekunde genauen Zeitbestimmung. Aus diesem Grunde erscheint mir auch die Auffassung von Schwarz[1] ganz irrig, daß den jüdischen Gelehrten »die erste beste Sonnenfinsternis Gelegenheit gab, den Moled Beharad zu bestimmen«. Ebensowenig kann ich mich einer jüngst von Sielersky[2] aufgestellten Theorie anschließen, wonach der konstante jüdische Kalender im Jahre 219 n. Chr. soll eingeführt worden sein, weil in diesem Jahre eine mit dem Moled Nissan nahezu zusammenfallende fast totale Sonnenfinsternis stattgefunden hat. Nun ergibt sich aber der betreffende Moled laut Rechnung für Jerusalem zu $6^d\,16^h\,668^p$, d. i. Freitag, 2. April, vormittags 10 Uhr 37 Min. $6\,^2/_3$ Sek., während nach Oppolzers »Canon der Finsternisse« die größte Phase der Verfinsterung in Jerusalem schon $9\,^1/_4{}^h$ eintrat. Außerdem betrug die Verfinsterung, wie schon Ginzel hervorhebt, nur $^7/_{12}$ der Sonnenscheibe; es werden somit nicht bloß Anfang und Ende, sondern auch die Mitte der Finsternis überhaupt nicht genau zu beobachten gewesen sein. Es läßt sich demnach gar kein Grund dafür angeben, daß die jüdischen Gelehrten den Moled gerade zu der genannten Zeit sollen festgesetzt haben, da sie ihn ebensogut mit der Finsternis hätten in Einklang bringen können, wenn sie ihn früher oder später angesetzt hätten. Der Nachweis einer zeitlich einem Moled nahegelegenen Sonnenfinsternis wird daher meines Erachtens allein niemals als Stütze dafür angesehen werden dürfen, daß dieses Zusammentreffen von ausschlaggebender Bedeutung für die Kalenderrechnung geworden ist.

Mir scheint der Tages- und Stundenepoche des jüdischen Kalenders außer einem astronomischen Ereignis, auf das wir unten zu sprechen kommen, noch ein anderer Gedanke zugrunde zu liegen, und beide Momente zusammen werden das Epochenjahr der Schöpfungsära erklären.

Die modernen Chronologen haben zuwenig beachtet, daß in der jüdischen Kalenderkunde die in Talmud und Midrasch enthaltene Tradition eine wichtige Rolle spielt. Zum Schöpfungsbericht des ersten Kapitels der Genesis betreffend die Erschaffung des ersten Menschen am sechsten Tage findet sich u. a. eine Erzählung, die in verschiedenen Lesarten dreimal erwähnt wird, und zwar in Talmud Bab. Sanhedrin 38^b, Pirke Aboth des R. Nathan I 8 und in einer Pesikta zu Numeri 29, 1. Der wesentliche Inhalt dieser drei Stellen besagt, daß

[1] A. Schwarz, Der jüdische Kalender. Breslau 1871, S. 45.

[2] Ginzel, Bd. II, S. 514.

jede der zwölf Tagesstunden des sechsten Schöpfungstages für den ersten Menschen von besonderer Bedeutung gewesen ist. So wäre mit Beginn der dritten Stunde, das ist 8 Uhr morgens, die Bildung der Gliedmaßen erfolgt, um die zehnte Stunde wäre bereits der Sündenfall eingetreten, und um die letzte Tagesstunde hätte die Vertreibung aus dem Paradiese stattgefunden.

Es lag nahe, ein für die religionsgesetzliche Praxis so wichtiges Faktum wie die Festsetzung des ersten Neumonds in Beziehung zu setzen zu der Geschichte des ersten Menschen, und man hat dazu eben die dritte Tagesstunde des Freitag gewählt. Auf ähnliche Weise ist ja auch die Zeit der ersten Frühlings-Tag- und Nachtgleiche an einem Dienstagabend 6 Uhr zu erklären, weil nach dem biblischen Bericht die Sonne am vierten Tag, dessen Beginn mit dem Anfang der siebenten Stunde des vorherigen Abends zusammenfällt, erschaffen wurde. In der von dem jüdischen Gelehrten R. Obadjah verfaßten Erklärung zu der Abhandlung des Maimonides über »die Heiligung des Neumondtages« wird auf die talmudische Erzählung Bezug genommen und damit die Stunde des »Neumonds der Öde« begründet. Wenn man nämlich mit Hilfe der synodischen Umlaufszeit des Mondes $29^d 12^h 793^p = 29^d 12^h 44^m 3^1/_3{}^s$ den Neumond des ersten Monats in dem der Erschaffung der Welt voraufgehenden Jahre berechnet, so ergibt sich, da $6^d 14^h - 12 \times 29^d 12^h 793^p = 2^h 5^d 204^p$ ist, eben der als Ausgangspunkt aller Kalenderrechnungen geltende Moled Beharad.

Die jüdischen Chronologen, denen der 19jährige Schaltzyklus nicht unbekannt war, werden bald herausgefunden haben, daß alle $216 \times 19 = 4104$ Jahre der Moled der einzelnen Monate um eine ganze Stunde zurückweicht, so daß der Moled Tischri des Jahres 4105 schon Freitag morgens um 7 Uhr stattgefunden hat. Sie werden ferner eine ungefähre Rückdatierung aller wichtigen Ereignisse von der Zerstörung des zweiten Tempels an bis zurück zum Auszug aus Ägypten, zur Sintflut und der Zeit der Begebenheiten des ersten Menschengeschlechts an der Hand der biblischen Zeitangaben hergestellt haben, wie schon aus dem Buche Seder Olam[1] hervorgeht, dem die Daten in Talmud Aboda Sara 9ª entnommen zu sein scheinen. Zur genauen Festsetzung eines Schöpfungsjahres werden diese Daten aber nicht genügt haben, und es wird hierfür dasjenige Jahr gewählt worden sein, dessen mittlerer Neumond für den ersten Monat Tischri an einem Freitag morgens 8 Uhr stattgefunden hat.

Wann ist das der Fall gewesen? Hierauf gibt uns das oben angedeutete astronomische Ereignis die entscheidende Antwort. In den

[1] Vgl. Rühl, Der Ursprung der jüdischen Weltära (in Deutsche Zeitschrift f. Geschichtswissenschaft 1897).

Vormittagsstunden des Freitag, 6. Juni julianischen Datums 346 n. Chr., bot sich für die Bewohner Kleinasiens die seltene Erscheinung einer totalen Sonnenfinsternis dar. Nach Oppolzers »Canon der Finsternisse« begann dieselbe mit Sonnenaufgang für einen Ort, dessen nördliche geographische Breite 25° betrug und der 1 Stunde östlich von Greenwich lag. Die Totalitätskurve verlief durch Lybien, Ägypten, Kleinasien, die mittelasiatischen Länder und endigte bei Sonnenuntergang an einem Orte 11 Stunden westlich von Greenwich und 47° nördl. Breite.

Eine kleine Rechnung führt zu dem Resultate, daß in Jerusalem die Maximalphase der Verfinsterung morgens 6 Uhr 33 Min. stattgefunden hat, wobei nahezu 23/24 der Sonnenscheibe verdunkelt waren. Da an jenem Tage in Jerusalem Sonnenaufgang um 5 Uhr erfolgte, hatte die Sonne zur Zeit der Mitte der Finsternis bereits eine Höhe von 18° erreicht, und das auffallende Himmelsphänomen mußte von jedermann wahrgenommen werden. Für Palästina war diese Sonnenfinsternis die einzige fast totale während des vierten Jahrhunderts und darüber hinaus; über ihren historischen Hintergrund vgl. Ginzels »speziellen Kanon der Finsternisse« S. 211.

Die jüdischen Weisen jener Zeit werden meines Erachtens diese Finsternis ihren neuaufgestellten Kalenderregeln zu grunde gelegt haben. Das jüdische Datum jenes Tages war der Neumondsvortag des neunten Monats Tamus. Nun war damals die mittlere synodische Umlaufszeit des Mondes allgemein bekannt, infolgedessen auch die Tatsache, daß in 9 Monaten diese Umlaufszeit nur etwa 5 Stunden von dem Vielfachen einer Woche abweicht. Es lag daher kein Bedenken vor, die Zeit der wahren Konjunktion zwischen Sonne und Mond, wie sie durch die Finsternis gegeben war, als mittlere Neumondszeit für den ersten Monat Tischri dieses Jahres gelten zu lassen und die volle Stunde, also 7 Uhr morgens, dafür anzusetzen. Der wahre Neumond für diesen Monat fand allerdings, wie eine Rechnung nach Schrams Mondphasentafeln ergibt, schon am Donnerstag abend gegen 5 Uhr statt. Die 14stündige Differenz zwischen dem angenommenen und dem wahren Moled brauchte die Gelehrten in der Festsetzung des ersteren nicht zu stören, da sie sich sagen mußten, daß derartige und noch stärkere Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtung sehr häufig auftreten werden. Für den Finsternismoled Tamus selbst betrug diese Differenz nur 6 Stunden, da der mittlere synodische Neumond schon nachts $1^h 657^p$ eingetreten war.

Der Moled Tischri jenes Jahres fiel auf den 13. September 345 n. Chr. Volle 216 Mondzyklen zurückliegend, das ist am Freitag der letzten Woche des Jahres 1 der Schöpfung, morgens 8 Uhr, wurde die Erschaffung

des ersten Menschen und der Neumond für den Monat Tischri des Jahres 2 angesetzt, und damit war die Grundlage für die Anfangsepoche des nur mit Rechnungsgrößen arbeitenden jüdischen Kalenders gegeben. Zugleich erhellt daraus ganz klar, daß die Einführung dieses Kalenders dem im Jahre 346 sein Amt verwaltenden Synhedrion zu verdanken ist und die Zählung nach Jahren der Schöpfungsära nicht vor dieser Zeit üblich sein konnte.

Das von Ideler u. a. als Datum der Einführung des konstanten Kalenders angenommene Jahr 344, dem der Gedanke zu grunde lag, daß damals der Moled Tischri auf denselben Bruchteil der Stunde fiel wie im Jahre vor der Weltschöpfung, ist somit um 2 Jahre zu korrigieren.

Die Zählweise seit Erschaffung der Welt findet sich weder in der Bibel noch in der Mischnah. Auch im Talmud wird sie, soviel ich weiß, nur zweimal erwähnt, in Ab. S. 9[b] und Sanhedrin 97[b]. Beidemal beziehen sich die Datierungen auf die Zukunft — sie behandeln die Zeit des Eintreffens des Messias —, im ersten Falle auf das Jahr 4231 = 471 n. Chr., das andre Mal auf das Jahr 4291 = 531 n. Chr. Diese talmudischen Zitate stammen vermutlich aus einer relativ späten Zeit; jedenfalls widersprechen sie nicht unsrer Ausführung, daß erst seit Mitte des vierten Jahrhunderts die Ära der Weltschöpfung in Gebrauch gekommen ist.

Untersuchungen über die spezifische Wärme bei tiefen Temperaturen. VIII.

Von W. Nernst und Dr. F. Schwers.

(Vorgelegt am 12. Februar 1914 [s. oben S. 191].)

In früheren Mitteilungen[1] wurde eine Methode zur Bestimmung der wahren spezifischen Wärme, die auch bei sehr tiefen Temperaturen brauchbar ist, beschrieben und auf eine große Anzahl von Elementen und Verbindungen angewandt. Da diese Messungen für die Theorie der festen Körper und darüber hinaus für allgemeine Probleme der Mechanik Bedeutung gewonnen haben, so erschien es wünschenswert, die Methode weiter auszubilden und das Beobachtungsmaterial, besonders auch mit Rücksicht auf Konstitutionsfragen des festen Aggregatzustandes, zu erweitern.

Unabhängig von jeder speziellen Theorie sind ferner genaue Bestimmungen spezifischer Wärme für die thermodynamische Berechnung von chemischen Affinitäten mit Hilfe des von einem von uns aufgestellten Wärmetheorems erwünscht.

Messungsmethode.

Bei den früheren Versuchen wurde das Vakuumkalorimeter mit Hilfe eines Platindrahtes elektrisch geheizt, der zugleich als Widerstandsthermometer diente. Die Messungen sind so genau, wie man einerseits die durch eine bekannte elektrische Energiezufuhr hervorgerufene und nötigenfalls wegen Wärmeverluste korrigierte Widerstandsänderung ermitteln kann und wie anderseits der Temperaturkoeffizient des benutzten Platindrahts in dem betreffenden Temperaturbereich bekannt ist.

Nun ist bei tiefen Temperaturen dieser Temperaturkoeffizient von einem für die Genauigkeit der Messung nicht sehr günstigen Verhalten; er hat in der Gegend von 80° abs. ein ziemlich steiles Maximum, um unterhalb 40° ganz rapide abzufallen. Trotz sorgfältigster Eichung,

[1] Diese Berichte 1910, S. 262; 1911, S. 306. Vgl. ferner auch W. Nernst, Ann. d. Phys. [4] 36, 395 (1911).

die übrigens in den Temperaturgebieten von 25—45° abs. wegen Mangels an Fixpunkten ihre Schwierigkeiten hat, bleiben natürlich kleine Unsicherheiten bestehen. Eine Unbequemlichkeit liegt ferner darin, daß bei Zufuhr der elektrischen Energie der Platindraht seinen Widerstand stark ändert und daß daher die genaue Ermittlung der zugeführten elektrischen Energie, wenn auch durchaus möglich, so doch immerhin etwas umständlich wird.

In dieser Hinsicht bedeutet die nunmehr zu beschreibende Abänderung der Versuchsmethode einen erheblichen Fortschritt.

Die Temperaturänderung infolge der elektrischen Heizung wurde mit Hilfe eines Thermoelements gemessen, dessen eine Lötstelle an das Kalorimeter gelötet war, während die andere an einem Bleiblock lag; die Temperatur des letzteren bleibt während der Messung sehr nahe konstant, und die kleinen Änderungen erfolgen so langsam und regelmäßig, daß sie bei der Korrektion wegen des Temperaturganges des Kalorimeters gleichzeitig völlig eliminiert werden. Um die wirkliche Temperatur des Kalorimeters zu kennen, muß natürlich die des Bleiblocks fortlaufend bestimmt werden. Die Heizung erfolgte mit Hilfe eines innerhalb des Kalorimeters angebrachten Konstantandrahts; da dieser auch bei den tiefsten angewandten Temperaturen einen verschwindenden Temperaturkoeffizienten besitzt, so bleibt während der Heizung Strom und Spannung völlig konstant, was für die Bequemlichkeit und die Genauigkeit gleichzeitig von Vorteil ist.

An den oben erwähnten Bleiklotz war ein Kupfermantel angelötet, der das Kalorimeter umgab und jedenfalls den Erfolg hat, daß sich letzteres in einem Raum von völlig gleichmäßiger Außentemperatur befindet. Man könnte diese Schutzvorrichtung für überflüssig halten, da doch bei gutem Vakuum und tiefen Temperaturen weder Strahlung noch Wärmeleitung merklich sind; trotzdem aber zeigte sich, daß bei Weglassung derselben die Ausschläge des mit dem Thermoelement verbundenen Kalorimeters nicht entfernt den regelmäßigen Gang hatten wie mit demselben. In experimenteller Hinsicht muß er also als eine ganz entschiedene Verbesserung bezeichnet werden.

Experimentelle Einzelheiten.

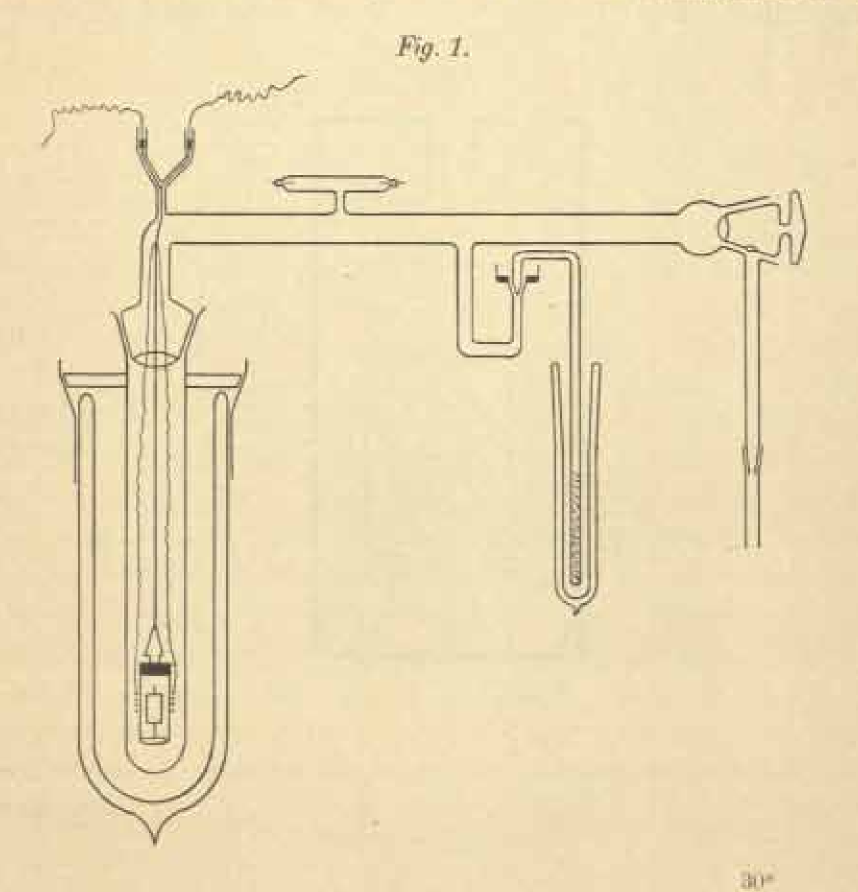
Die Versuchsanordnung ist aus Fig. 1 und Fig. 2 ersichtlich. Ein langes zylindrisches Gefäß dient zur Aufnahme des Kalorimeters und Schutzmantels; die obere Öffnung ist durch einen hinreichend weiten Glasstopfen verschlossen. Durch letzteren werden die erforderlichen Drähte (in unserm Falle 8) hindurchgeführt, und zwar in der Weise, daß sie durch ein enges Glasrohr gehen, das sehr sorgfältig mit weißem

Siegellack und Picein abgedichtet wird. Außerdem führt aus dem Glasstopfen ein sehr weites Rohr zur Molekularluftpumpe; an seinem Ende befindet sich ein Hahn mit ebenfalls sehr weiter Bohrung, alles zu dem Zwecke, um die Wirkung der Molekularluftpumpe voll ausnutzen zu können.

Es erwies sich übrigens das von dieser vorzüglichen Pumpe gelieferte Vakuum doch nicht als ausreichend, auch dann nicht, wenn man sie dauernd laufen ließ. Zum Teil erklärt sich dieses daraus, daß gerade Wasserstoff, der notwendigerweise zur Abkühlung des Kalorimeters im Apparat vor Beginn des eigentlichen Versuches vorhanden sein mußte, bekanntlich von dieser Pumpe weniger gut gefördert wird. Etwas halfen Ausspülungen mit Helium, noch besser hätte vielleicht Neon gewirkt (andere Gase sind natürlich bei Temperaturen von 15—20° abs. wegen ihres kleinen Dampfdruckes nicht verwendbar).

Das Vakuum mußte daher durch Benutzung von ausgeglühter Kokosnußkohle, die mit flüssiger Luft oder besser flüssigem Wasserstoff abgekühlt wurde, vervollständigt werden; um die Kohle hinreichend wirksam zu machen, ist ein starkes vorhergehendes Aus-

Fig. 1.

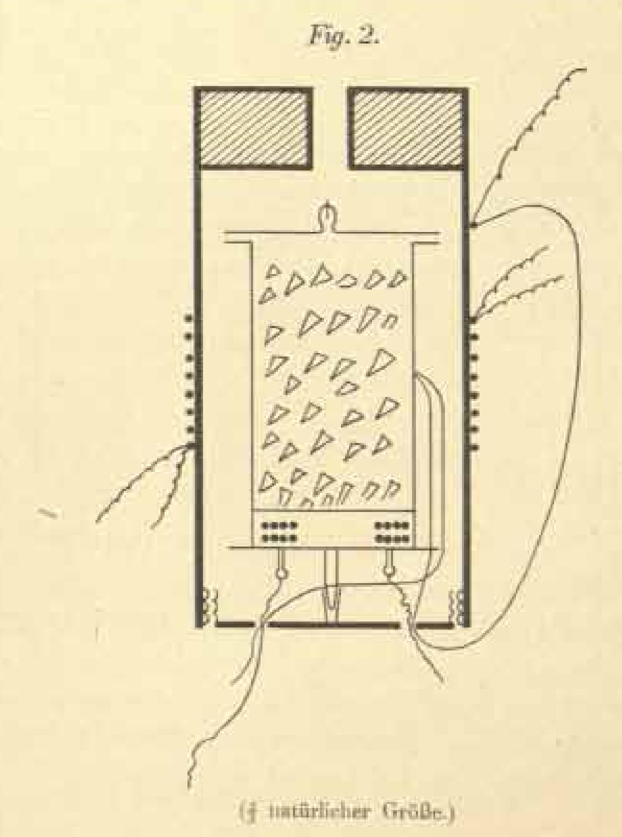


glühen im Vakuum wünschenswert, und sie befand sich daher, wie auch bei den früheren Versuchen, in einem Rohr aus schwer schmelzbarem Glase.

Zur Prüfung des Vakuums diente das in Fig. 1 gezeichnete Geißlerrohr; doch ist keineswegs gesagt, daß das Vakuum bei kleiner Wärmekapazität des Kalorimeters ausreicht, wenn keine Entladung durch das Geißlerrohr hindurchgeht, vielmehr liefert die eigentliche Prüfung des Vakuums der Versuch selber; nach der elektrischen Heizung muß eben der Gang des Kalorimeters hinreichend klein sein. Bei Anwendung von Kohle und flüssigem Wasserstoff war das Vakuum immer vorzüglich.

Die Anordnung des Kalorimeters selber zeigt Fig. 2. Man sieht oben den schraffiert gezeichneten Bleiblock, daran anschließend den Kupfermantel. Derselbe ist mit dünnem Bleidraht in der Mitte bewickelt, von dessen beiden Enden je zwei Zuleitungsdrähte herausführen, um die Temperatur des Mantels zu messen. Der Bleidraht war isoliert auf dünnem Papier aufgewickelt und hierauf mit Papier und dann Staniol überklebt. Die Messung des Widerstandes erfolgte nach der Potentialmethode, bei der bekanntlich der Einfluß der Zuleitungsdrähte völlig eliminiert wird. Durch Vergleich der Ausschläge

Fig. 2.



(½ natürlicher Größe.)

eines direkt zeigenden Galvanometers, wenn letzteres einmal an den Enden des Bleidrahtes, ein zweites Mal an den Enden eines bekannten und im gleichen Stromkreise mit dem Bleidraht befindlichen Widerstandes lag, konnte sehr rasch in jedem Momente der Widerstand des Bleidrahtes bis auf 1—2 Promille, die Temperatur des Kupfermantels also genauer als auf 0.1° gemessen werden, was mehr als ausreichend war.

Über das Verhalten derartiger Bleithermometer sind in unserm Institute in der letzten Zeit viele Erfahrungen[1] gesammelt. Es ist notwendig, den Widerstand des Bleidrahtes häufig bei der Temperatur des schmelzenden Eises zu bestimmen, weil er im Laufe der Zeit langsam ansteigt. Durch diese Vorsichtsmaßregel sind irgendwie merkliche Unsicherheiten leicht zu vermeiden. Die Temperaturen wurden aus dem Widerstande mit Hilfe der von Eucken und Schwers[2] berechneten Tabelle ermittelt; durch Bestimmung des Widerstandes in siedendem Wasserstoff wurde der α-Wert der benutzten Bleiwicklung festgestellt. Daß diese Regel, wie bei Platindrähten, auch bei Bleidrähten sehr gute Dienste zu leisten vermag, hat noch kürzlich Hr. Schimank[3] bewiesen.

Das Kalorimeter wurde, anstatt wie früher aus Silber, wegen des rascheren Abfalles der spezifischen Wärme aus Kupfer gefertigt. Da seine Dimensionen ziemlich klein waren (vgl. Fig. 2), so ist sein Wasserwert, der durch besondere Versuche sorgfältig bestimmt wurde, häufig ein beträchtlicher Bruchteil der Wärmekapazität des mit irgendeiner Substanz beschickten Kalorimeters. Für eine Steigerung der Genauigkeit würde sich die Verwendung eines größeren Kalorimeters und demgemäß auch eines größeren Mantels empfehlen, doch wird dann der Bedarf an flüssigem Wasserstoff entsprechend größer. In den unteren Deckel des Kalorimeters sind zwei dünne Platinröhrchen gelötet, durch die isolierte Platindrähte geführt werden. Der luftdichte Abschluß erfolgt durch Schmelzglas. Zwischen diesen Platindrähten liegt fast auf dem Boden des Gefäßes der kreisförmig aufgewickelte Konstantandraht, dessen Widerstand nahe 100 Ohm betrug. Auf diesem Draht liegt dünnes, nicht lackiertes Seidenpapier, das für Wasserstoffgas gut durchlässig ist, und darüber ist die zu untersuchende Substanz geschichtet. Der obere Deckel wird zum Hinein- und Herausbringen der Substanz ab- und angelötet, wobei darauf geachtet wird, immer die gleiche Menge Lot zu verwenden. In der Mitte des oberen

[1] Gehrmann, Physik. Zeitschr. 14, 857 (1913); ebenda Bulle, S. 860.
[2] Verhandl. d. Deutsch. Physik. Ges. 1913, S. 581.
[3] Dissertation, Berlin 1914. Vgl. auch Nernst a. a. O. S. 404.

Deckels sitzt ein dünnes Kupferrohr, was nach Auspumpen und Füllen mit Wasserstoff durch einen gut passenden Stift verschlossen und dann verlötet wird. Bei der beschriebenen Anordnung dauerte der Temperaturausgleich im Innern des Kalorimeters nach erfolgter Heizung meistens nur etwa eine Minute (vgl. hierzu das weiter unten berechnete Beispiel). Das Kalorimeter ruht, wie gezeichnet, auf einem dünnen Ebonitstab. — Die Anbringung der beiden Lötstellen des Thermoelements ist ebenfalls aus der Figur ersichtlich.

Eichung des Thermoelements (W. Nernst).

Man suchte anfänglich nach einem Thermoelement, das im Gebiete von 15—100° abs. der Temperaturdifferenz proportionale Angaben liefert; wie die eingehende Untersuchung von Wietzel[1] zeigt, ist die Wahrscheinlichkeit, ein solches Element zu finden, nicht groß. Es wurde daher schließlich ein Kupfer-Konstantan-Element benutzt; der direkte Verbindungsdraht zwischen den beiden Lötstellen (vgl. Fig. 2) war aus dünnem Konstantan, die beiden Ableitungsdrähte aus Kupfer gefertigt.

Die Eichung des benutzten Elements geschah auf zwei verschiedenen Wegen. Nach bekannten Methoden wurde ein längeres Stück homogenen dünnen Konstantandrahts ausgesucht und die thermoelektrische Kraft möglichst genau gemessen, indem die eine Lötstelle sich in schmelzendem Eise, die andere der Reihe nach in Bädern von den unten angegebenen absoluten Temperaturen befand. Die Temperaturen wurden mittels der von Hrn. H. von Siemens[2] geeichten Stockschen Thermometer bestimmt. Für die beiden tiefsten Temperaturen diente unter gewöhnlichem Druck und unter genau gemessenem Unterdruck siedender Wasserstoff. Die Zahlen ließen sich durch folgende Interpolationsformeln ziemlich gut wiedergeben:

$$E = 31.32\, T \log\left(1 + \frac{T}{90}\right) + 1.0 \cdot 10^{-7}\, T^4 \text{ Mikrovolt},$$

worin E die elektromotorische Kraft zwischen absolutem Nullpunkt und der Versuchstemperatur bedeutet. Die erste Zahl hat zunächst rein rechnerische Bedeutung. Beobachtet wurden natürlich bei den verschiedenen Versuchen die Differenzen zwischen der letzten Zahl und den übrigen Zahlen.

---

[1] Dissertation, Berlin 1913.

[2] Ann. d. Physik **42**, 871 (1913).

T	E (beob.)	E (ber.)
0	0	0
14.64	(30.0)	30
20.38	56.7	56.6
75.39	625.3	627.1
87.15	812.5	808.6
161.0	2324	2312
200.0	3334	3343
273.1	5684	5737

Mit Hilfe obiger Formel ließen sich die $\frac{dE}{dT}$-Werte von Grad zu Grad berechnen, wodurch eine der Wirklichkeit schon recht nahe kommende Tabelle gewonnen war.

Zur weiteren Kontrolle wurde ferner das Kupferkalorimeter in Fig. 2 durch den von Eucken und Schwers[1] genau untersuchten Bleiblock ersetzt; unter Verwendung dieser Zahlen wurde die erwähnte Tabelle korrigiert, was leicht ausführbar war, da diese Korrektionen bei höheren Temperaturen sich als verschwindend klein erwiesen und bei tieferen Temperaturen immerhin nur wenige Prozente betrugen.

In der Gegend von Zimmertemperatur, woselbst die obige Formel ungenau wird, wurden durch eine zweite Reihe von Versuchen $\frac{dE}{dT}$ unabhängig festgelegt, was natürlich keinerlei Schwierigkeiten machte.

In der folgenden Tabelle findet sich ein Auszug aus den so gewonnenen Zahlen. Man sieht, was eine große Erleichterung bedeutet, daß $\frac{dE}{dT}$ viel regelmäßiger variiert als der Temperaturkoeffizient des Platins:

T	$\frac{dE}{dT}$	T	$\frac{dE}{dT}$	T	$\frac{dE}{dT}$
15.5	4.08	60.5	12.68	150.5	23.26
20.5	5.26	70.5	14.10	170.5	25.20
25.5	6.42	80.5	15.43	190.5	27.30
30.5	7.50	90.5	16.63	210.5	29.5
35.5	8.47	100.5	17.70	230.5	31.3
40.5	9.37	110.5	18.80	250.5	33.1
45.5	10.24	120.5	19.90	270.5	34.9
50.5	11.10	130.5	21.06	290.5	36.5

Wie man sieht, fällt $\frac{dE}{dT}$ bei tiefen Temperaturen zwar regelmäßig, aber doch ziemlich stark ab, bei den Messungen stellte sich bald her-

[1] A. a. O.

aus, daß dieses zunächst unwillkommene Verhalten doch seine großen Vorteile bietet. Die Wärmekapazität des Kalorimeters, sei es mit, sei es ohne Füllung, fällt ebenfalls mit der Temperatur stark ab, und das Gesetz des Abfalls hat meistens eine große Ähnlichkeit mit dem des Abfalls von $\frac{dE}{dT}$. Wenn, was in einzelnen Fällen für ein ziemliches Temperaturgebiet erfüllt war, beide Kurven parallel verlaufen, so ist der Galvanometerausschlag dividiert durch die zugeführte Energie, von der Temperatur unabhängig. In diesem Falle ist der Verlauf der Wärmekapazität also durch die jedenfalls recht genau dargestellte Eichkurve der obigen Tabelle gegeben; in andern Fällen ist dies Verhältnis viel weniger mit der Temperatur veränderlich, als es bei Temperaturunabhängigkeit von $\frac{dE}{dT}$ der Fall sein würde, was gewisse Vorteile bietet.

Übrigens stimmen die obigen Zahlen recht gut mit den Werten von Hrn. Wietzel überein, der eine andere Konstantansorte benutzte, nur daß die Werte des Hrn. Wietzel durchweg um 9.8 Prozent größer sind; es wäre für die Benutzung derartiger Thermoelemente bei tiefen Temperaturen eine große Erleichterung, wenn ein solches Verhalten verschiedener Konstantansorten allgemein wäre.

Der Wasserwert des Kalorimeters (Gewicht 10.0 g, großenteils Kupfer) sei in folgender Tabelle auszugsweise mitgeteilt:

T	WC	T	WC	T	WC
15	0.024	40	0.199	65	0.440
20	0.041	45	0.244	70	0.486
25	0.072	50	0.292	75	0.528
30	0.111	55	0.340	80	0.563
35	0.154	60	0.390	90	0.611

Eingehendere Beschreibung eines Versuches als Beispiel.

Wir greifen willkürlich als Beispiel den zweiten Versuch der ersten Tabelle des folgenden Abschnittes heraus. Das Kalorimeter enthielt 38.31 g = 1.414 Mol. Aluminium. Die Temperatur des Bleiblocks betrug 21.00 abs. Geheizt wurde 40.2" mit 2.02 Volt und

0.0202 Amp.; diese Zahlen wurden an sorgfältig geeichten Westoninstrumenten abgelesen. Der Heizeffekt betrug

$$2.02 \cdot 0.0202 \cdot 40.2 \cdot 0.2388 = 0.392 \text{ g-cal.}$$

Wegen des Widerstandes der Zuleitungsdrähte des Konstantandrahtes und des Spannungsverlustes im Strommesser beträgt die dem Kalorimeter wirklich zugeführte Energie nur 0.387 g-cal. Die Kraft des Thermoelements wurde mit Hilfe eines kleinen Siemensschen Spiegelgalvanometers nach Diesselhorst gemessen; ohne dies ausgezeichnete Instrument, das sich bei hinreichender Empfindlichkeit in wenigen Sekunden einstellt, wäre die Untersuchung viel schwieriger gewesen. Im Stromkreise des Galvanometers lag (neben 300 Ohm Vorschaltwiderstand) ein Normalohm, an welches behufs jederzeitiger Bestimmung der Empfindlichkeit ein Westonelement mit 100000 Ohm Vorschalt angelegt werden konnte. Beim Kommutieren des Weston ergab sich bei dieser Versuchsreihe ein Stellungsunterschied von 30.0 mm. Die Galvanometerausschläge wurden mit Glasskala und Fernrohr abgelesen, so daß 0.1 mm völlig sicher geschätzt werden konnten.

Der Gang der Ablesungen war folgender:

Zeit	Ablesung
19'	185.8
20	185.7
21	185.8
von 21' 10" bis 21' 50" Heizung	
22'	201.8
23	200.0
24	199.0
25	198.0
26	197.0
27	196.1

Schon von 23' ab ist der Gang völlig regelmäßig; der Temperaturausgleich im Kalorimeter war also etwa in einer Minute erfolgt. Es berechnet sich als Heizeffekt leicht in üblicher Weise, indem die Galvanometerstellungen für 21' 30" beiderseitig extrapoliert werden

$$201.6 - 185.8 = 15.8.$$

Die Ruhelage des Galvanometers, wie man sie durch Kommutieren des Thermoelements mit Hilfe eines thermokraftfreien Quecksilberkommutators fand, lag bei 172, es berechnet sich daraus die Anfangstemperatur des Kalorimeters zu $21.0 + 1.7 = 22.7°$. Dem obigen Heizeffekt entspricht eine Temperatursteigung des Kalorimeters um

$$\frac{15.8}{14.7 \cdot 0.602} = 1.786°,$$

und es berechnet sich nunmehr sofort die Wärmekapazität des Kalorimeters samt Inhalt zu $\frac{0.387}{1.786} = 0.217$ g-cal., gültig für die Mitteltemperatur von $22.7 + \frac{1.8}{2} = 23.6°$. Es konnten unmittelbar die folgenden weiter unten verzeichneten Messungen angeschlossen werden. Nachdem der Abstand der Galvanometerstellung von der Ruhelage auf 60 mm gestiegen war, wurde der Bleidraht auf dem Kupfermantel durch einen hinreichend starken Strom geheizt und somit die Temperaturdifferenz zwischen Mantel und Kalorimeter wieder ausgeglichen, worauf sich sofort neue Messungen anschlossen.

Nachdem die Temperatur des Kalorimeters durch die aufeinanderfolgenden Heizungen hinreichend gestiegen, wird das große, in Fig. 1 gezeichnete, mit flüssigem Wasserstoff beschickte Vakuumgefäß durch ein zweites, mit flüssiger Luft gefülltes, ersetzt, das kleine, ebenfalls mit Wasserstoff gefüllte Vakuumgefäß einige Minuten entfernt, um die Temperatur von Kalorimeter und Vakuummantel rasch auszugleichen, und hierauf durch erneutes Abkühlen der Kohle mit flüssigem Wasserstoff wieder ein vollkommenes Vakuum hergestellt. So konnte dann sofort eine Anzahl Messungen bei höheren Temperaturen angeschlossen werden.

Übrigens steigt, sobald ein gutes Vakuum hergestellt ist, infolge Wärmeleitung durch die Zuführungsdrähte, stets die Temperatur des Kupfermantels; es ist daher notwendig, diese Drähte so dünn wie möglich zu wählen.

Ergebnisse der Messungen.

Aluminium. 1.414 Mol.

T	*E*	*WC*	*WC* korr.	A.W.
19.1	0.191	0.129	0.093	0.066
23.6	0.387	0.217	0.156	0.110
27.2	1.132	0.317	0.222	0.162
33.5	1.895	0.565	0.425	0.301
37.1	1.847	0.733	0.560	0.396
41.9	6.514	1.060	0.844	0.597
49.6	7.78	1.563	1.275	0.902
53.4	8.54	1.891	1.566	1.107
62.4	7.71	2.600	2.186	1.546
73.4	16.9	3.44	2.94	2.079
79.1	18.4	3.89	3.33	2.355

Thallium. 0.441 Mol.

Von Hrn. von Wartenberg aus dem Sulfat gewonnen, dreimal elektrolytisch gefällt und dann in einen Block gegossen.

T	E	WC	WC(korr.)	A. W.
22.9	4.71	1.35	1.29	2.92
28.2	9.38	1.64	1.53	3.47
33.2	9.34	1.87	1.73	3.91
36.8	4.70	2.05	1.87	4.25
40.3	4.68	2.11	1.91	4.32
61.8	30.1	2.70	2.28	5.16
68.9	14.0	2.88	2.44	5.56
89.6	27.6	3.08	2.47	5.61
95.7	20.7	3.12	2.49	5.65

Carborundum SiC. 0.294 Mol.

Benutzt wurde ein schön grünlich kristallisiertes Präparat. Bemerkenswert ist, daß ähnlich, wie beim Diamant, die Atomwärme bereits bei etwa 50° abs. sehr klein ist und daher bei weiterer Abkühlung rasch auf unmeßbar kleine Werte sinkt; auch dieser Körper empfiehlt sich daher, wenn man irgendwelche Eigenschaften in möglichster Nähe des absoluten Nullpunkts untersuchen will, weil er sich nach unseren heutigen Anschauungen bei den obenerwähnten Temperaturen praktisch bereits beim absoluten Nullpunkt befindet. Es sollte sich, mit anderen Worten, keine Eigenschaft, die beim absoluten Nullpunkt einen endlichen Wert besitzt, von 40° abwärts noch merklich ändern.

T	E	WC	WC korr.	M. W.
22.2	0.198	0.064	+0.012	—
28.2	0.392	0.096	+0.000	—
32.8	0.490	0.130	−0.005	—
40.6	0.784	0.207	+0.002	—
46.1	1.533	0.257	+0.004	—
52.0	1.922	0.340	0.029	0.099
56.6	1.721	0.398	0.042	0.143
59.5	1.918	0.437	0.052	0.177
63.1	1.908	0.479	0.058	0.197
68.7	1.912	0.564	0.089	0.303
72.9	0.964	0.626	0.114	0.490
75.0	1.912	0.642	0.114	0.490
84.5	4.305	0.762	0.178	0.605
96.5	4.305	0.932	0.298	1.013

Die Korrektion wegen des Wasserwertes des Kupfergefäßes ist überall so bedeutend, daß die prozentische Genauigkeit der in der letzten Kolumne verzeichneten Zahlen nicht groß sein kann. Der überaus rasche Anstieg bei den höheren Temperaturen ist bemerkenswert.

Calciumoxyd, CaO; 0.172 Mol. Sehr reines, von Hrn. Drägert für andere Untersuchungen hergestelltes Präparat.

T	*E*	*WC*	*WC* korr.	M. W.
28.2	1.45	0.115	0.019	0.110
41.5	1.91	0.256	0.044	0.256
51.6	3.61	0.420	0.112	0.651
60.1	4.54	0.575	0.184	1.070
68.4	5.46	0.750	0.277	1.610
85.2	7.20	1.131	0.541	3.145
89.3	8.11	1.193	0.584	3.395

Calciumhydroxyd, $Ca(OH)_2$; 0.240 Mol. Herkunft wie bei CaO.

T	*E*	*WC*	*WC* korr.	M. W.
21.4	0.147	0.166	0.118	0.493
26.3	0.387	0.249	0.168	0.701
31.4	0.483	0.319	0.196	0.818
37.6	0.870	0.437	0.259	1.081
40.7	1.544	0.514	0.308	1.286
47.4	3.846	0.665	0.398	1.662
50.4	4.33	0.904	0.550	2.30
63.8	8.62	1.135	0.707	2.95
76.2	6.87	1.509	0.971	4.05
86.0	9.25	1.813	1.219	5.09

Calciumcarbonat, $CaCO_3$. Angewandt wurden 0.1807 Mol. in Form von reinem Kalkspat in kleinen Stücken.

T	*E*	*WC*	*WC* korr.	M. W.
22.3	0.284	0.233	0.180	0.996
26.2	0.483	0.279	0.199	1.101
33.4	1.880	0.429	0.288	1.594
38.8	1.526	0.596	0.407	2.252
41.7	1.710	0.684	0.469	2.595
48.4	3.38	0.900	0.626	3.464
52.5	4.34	1.051	0.735	4.067
57.8	6.47	1.243	0.875	4.842
63.7	7.76	1.430	1.003	5.551
69.3	7.72	1.618	1.138	6.298
78.0	7.67	1.869	1.319	7.299
88.2	7.69	2.172	1.569	8.683

Chlorsilber, AgCl. 0.234 Mol. eines von Dr. KOREF hergestellten kristallisierten Präparats.

T	*E*	*WC*	*WC* korr.	M. W.
22.5	1.90	0.704	0.650	2.780
26.6	4.28	0.890	0.807	3.452
31.3	7.23	1.053	0.930	3.978
43.1	7.24	1.513	1.286	5.500
68.0	7.13	2.433	1.964	8.400
72.2	7.12	2.525	2.020	8.640
81.3	7.13	2.720	2.150	9.196
91.4	7.05	2.913	2.296	9.820

Jodsilber AgJ. 0.151 Mol. kristallisiert von gleicher Herkunft wie bei AgCl.

T	*E*	*WC*	*WC* korr.	M.W.
17.8	0.395	0.527	0.497	3.287
21.0	2.445	0.622	0.576	3.808
26.7	4.675	0.762	0.679	4.490
35.6	9.31	1.035	0.875	5.786
47.9	16.92	1.380	1.107	7.321
59.1	16.16	1.660	1.279	8.458
85.2	9.15	2.150	1.540	10.184
89.7	12.21	2.187	1.577	10.429
94.7	12.18	2.256	1.628	10.766
100.3	13.76	2.307	1.650	10.911
107.1	13.77	2.371	1.704	11.269
112.1	11.43	2.404	1.725	11.407
116.5	12.19	2.363	1.717	11.355

Alaun $Al_2(SO_4)_3 . K_2SO_4 . 24H_2O$; angewandt 11.98 g = 0.0126 Mol.

T	*E*	*WC*	*WC* korr.	M.W.	A.W.
25.7	0.336	0.411	0.334	27.83	0.290
28.3	0.484	0.488	0.397	32.58	0.339
30.0	4.483	0.525	0.414	34.50	0.359
31.2	0.964	0.577	0.456	38.00	0.395
32.8	1.924	0.639	0.504	41.99	0.437
34.7	1.920	0.683	0.532	44.33	0.462
36.0	1.932	0.765	0.602	50.16	0.523
41.7	4.33	0.938	0.724	60.33	0.628
46.0	4.31	1.121	0.868	72.33	0.753
50.6	4.30	1.233	0.935	77.91	0.812
54.0	4.29	1.388	1.057	88.08	0.918
71.9	7.69	1.937	1.442	120.16	1.252
84.4	7.68	2.286	1.700	141.66	1.476
90.5	7.67	2.600	1.988	165.66	1.726

Die Zahlen der letzten Kolumne bedeuten hier mittlere Atomwärmen; diese Substanz wurde untersucht, weil sie ein kompliziertes Molekül besitzt, jedoch regulär kristallisiert.

Die nachfolgenden Messungen wurden von Schwers allein ausgeführt:

Magnesium; 0.203 Mol.

T	*E*	*WC*	*WC* korr.	A. W.
27.2	0.337	0.156	0.068	0.335
30.2	0.484	0.206	0.093	0.458
33.2	0.578	0.256	0.117	0.577
38.9	0.964	0.360	0.171	0.843
45.0	1.924	0.491	0.247	1.218
57.2	4.29	0.797	0.435	2.145
74.3	4.27	1.263	0.640	3.155
84.1	4.26	1.334	0.750	3.698
93.8	4.26	1.508	0.884	4.558

Silizium (metallisch) 0.571 Mol.

T	*E*	*WC*	*WC* korr.	A. W.
20.1	0.239	0.059	0.018	0.031
24.0	0.482	0.094	0.030	0.053
28.2	0.672	0.145	0.049	0.086
33.7	1.906	0.225	0.086	0.152
39.7	1.906	0.339	0.142	0.248
44.6	1.900	0.442	0.201	0.352
53.1	4.29	0.635	0.313	0.548
65.6	4.28	0.923	0.478	0.826
76.2	4.25	1.181	0.643	1.125
89.8	4.25	1.482	0.871	1.524

Bleioxyd PbO_1; 0.2033 Mol.

T	*E*	*WC*	*WC* korr.	M. W.
21.3	0.865	0.358	0.315	1.55
25.0	1.92	0.468	0.396	1.95
30.5	4.29	0.619	0.503	2.47
37.1	4.30	0.785	0.612	3.01
42.1	4.27	0.919	0.701	3.45
52.5	7.69	1.163	0.847	4.17
67.0	7.61	1.472	1.012	4.98
79.8	7.62	1.732	1.170	5.76
92.7	7.61	1.927	1.305	6.42

Bleijodid PbJ_2; 0.0504 Mol.

T	E	WC	WC korr.	M.W.
22.3	0.955	0.408	0.355	7.05
26.2	1.90	0.476	0.396	7.86
38.2	4.28	0.725	0.542	10.74
50.6	4.24	0.964	0.666	13.2
62.1	4.24	1.158	0.747	14.8
89.4	4.25	1.470	0.861	17.1
95.6	4.23	1.500	0.870	17.3

Besprechung der Versuchsergebnisse.

Die mit Aluminium erhaltenen Zahlen schließen sich den älteren Messungen[1] gut an, vervollständigen sie aber für ein größeres Temperaturbereich und dürften merklich genauer sein. — Von einer theoretischen Berechnung der vorstehenden Tabellen soll hier abgesehen werden; betonen wollen wir aber, daß das T^3-Gesetz von Debye in mehreren Fällen ziemlich gut bestätigt wird.

Bei folgenden Stoffen ließ sich das Gesetz als ein bei tiefen Temperaturen gültiges Grenzgesetz mehr oder weniger genau verifizieren:

Aluminium.

T	C_v	
	beob.	aT^3
19.1	0.066	0.059
23.6	0.110	0.110
27.2	0.162	0.169
33.5	0.301	0.316
37.1	0.396	0.429
41.9	0.597	0.618

Carborundum.

T	C_v	
	beob.	aT^3
52.0	ca. 0.10	0.118
56.6	0.143	0.152
59.5	0.177	0.177
63.1	0.197	0.211
68.7	0.303	0.272

[1] Nernst, a. a. O. S. 411.

Silicium.

T	C_v beob.	aT^3
20.1	0.031	0.032
24.0	0.053	0.054
28.2	0.086	0.087
33.7	0.152	0.149
39.7	0.248	0.244
44.6	0.352	0.346
53.1	0.548	0.584

Der Wert von a betrug in obigen drei Fällen bzw. 8.4, 0.841, $3.90 \cdot 10^{-6}$. Es ist zu beachten, daß bei der Kleinheit der Atomwärmen in dem betreffenden Gebiet die Korrektion wegen des Wasserwertes des Kalorimeters meistens recht groß ist; man kann wohl sagen, daß sich bei hinreichend tiefen Temperaturen das T^3-Gesetz innerhalb der Messungsfehler bewährt.

Ausgegeben am 7. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

371
1914.
Xa.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

22. März. Einweihung des Neubaues Unter den Linden 38.

Seine Majestät der Kaiser und König hatten die Einweihung des neuen, den Zwecken der Königlichen Akademie der Wissenschaften wie der Königlichen Bibliothek und der Universitätsbibliothek gemeinsam dienenden Neubaues auf den 22. März angesetzt. An der großartigen Feier nahmen außer den Botschaftern und den Gesandten der deutschen Bundesstaaten sowie den Spitzen der Behörden die Beamten der beiden Königlichen Bibliotheken, die Leiter der deutschen und der benachbarten auswärtigen Bibliotheken, ferner die Rektoren der deutschen Universitäten teil. Von akademischer Seite waren der Einladung des Hrn. Unterrichtsministers fast alle ordentlichen Mitglieder und Beamten sowie eine große Anzahl auswärtiger, Ehren- und korrespondierender Mitglieder der Akademie gefolgt.

Die Feier begann um $11\frac{3}{4}$ Uhr mit der Schlußsteinlegung des Gebäudes in dem Vorraum des Kuppelsaales der Königlichen Bibliothek. Nachdem Seine Exzellenz der Unterrichtsminister eine Urkunde über diesen Akt verlesen hatte, in der auch der anwesenden vier Sekretare der Akademie Erwähnung getan ist, ward das Pergament in eine Kapsel geschlossen und in den Schlußstein vermauert. Dabei tat Seine Majestät die üblichen drei Hammerschläge 'Zum Preise Gottes, von dem alles kommt, zur Förderung der Wissenschaft und zum Nutzen des Volkes'. Nach einem Kaiserhoch, das der 1. Chargierte des Vereins deutscher Studenten ausbrachte, betraten unter Vorantritt des Unterrichtsministers, der Sekretare der Akademie und des Generaldirektors der Königlichen Bibliothek Seine Majestät der Kaiser und König, Ihre Kaiserlichen und Königlichen Hoheiten der Kronprinz und die Kronprinzessin, Prinz und Prinzessin August Wilhelm, Prinz Eitel Friedrich, Prinz Oskar, Prinz und Prinzessin Ferdinand von Rumänien mit Gefolge den hohen Kuppelraum der Königlichen Bibliothek, von dessen Empore ein Fanfarengruß des Bläserchors die Eintretenden begrüßte. Nach

einer vom Königlichen Hof- und Domchor vorgetragenen Motette erhob sich Seine Majestät der Kaiser und König und hielt folgende Ansprache:

Einen Palast der Wissenschaft weihen wir heute. Glücklich vollendet ist der schöne Bau mit seinem imposanten Kuppelsaale, ein Meisterwerk deutscher Baukunst und Bautechnik, für Mit- und Nachwelt ein Wahrzeichen, wie hoch wir die Geistesarbeit schätzen, der er dienen soll. Ich danke allen beteiligten Architekten, Handwerkern und Arbeitern für ihre treue und treffliche Arbeit. Ich beglückwünsche die Akademie der Wissenschaften zu ihrem würdigen Heim und die Königliche wie die Universitätsbibliothek zu ihren geräumigen und schönen Sammel- und Nutzungsstätten.

Von alters her haben Akademie und Bibliothek ihren Platz in nächster Nähe des Schlosses Meiner Ahnen gefunden und von diesen reiche Fürsorge erfahren. Mitten in den kriegerischen Unternehmungen für die Macht und Größe des brandenburgisch-preußischen Staates legte der Große Kurfürst durch eine Order aus seinem Hauptquartier in Jütland im Jahre 1659 den Grund zu der heutigen Königlichen Bibliothek. Sein Königlicher Sohn begründete die Akademie und gesellte zu dem Glanze der Krone den der Wissenschaften. Der Große Friedrich, der sich selbst einen treuen Akademiker nannte, schuf der Akademie wie der Bibliothek das erst jüngst verlassene Heim. Dem Beispiel dieser edlen Fürsten bin auch Ich gern gefolgt. Es gewährt Mir eine herzliche Befriedigung, daß unter Meiner Regierung die in diesem Bau nun vereinigten beiden wissenschaftlichen Hauptanstalten des Landes sich so erfreulich weiterentwickelt haben. Die Akademie hat durch ihre Unternehmungen gezeigt, wie sie ihre Aufgaben als vornehmste wissenschaftliche Körperschaft Meiner Monarchie auffaßt und von welchem Geiste sie beseelt ist. Die Begründung akademischer Mitgliederstellen für Direktoren von Kaiser

Wilhelm-Instituten hat die Akademie zu Meiner unermüdlich schaffenden Kaiser Wilhelm-Gesellschaft in enge und fruchtbringende Beziehungen gebracht. Die Königliche Bibliothek darf mit ihren reichen Schätzen und der zweckvollen Ordnung ihrer Bestände unter den ersten Büchersammlungen der Welt mit Ehren genannt werden.

Aufgeschlossen liegt vor uns das reiche Erbe der Vergangenheit. Aus der Geschichte der Akademie sprechen zu uns die erhabenen Geister eines Leibniz, der Brüder Humboldt, eines Helmholtz, eines Mommsen. Und die Blätter der Bibliothek zeugen vom Werden und Vergehen der Völker, von dem tiefen Denken der Meister des Altertums, von des Minnesangs Rosenzeit, von heißen Glaubenskämpfen und dem Sehnen nach den heiligsten Gütern, von dem forschenden Ringen um das Verstehen der Welten. Alles, was die Menschheit getan, gedacht, gewonnen und gewesen, sagt Carlyle, liegt wie durch einen Zauberbann in den Seiten der Bücher beschlossen.

Aber was wir stolz als Überkommenes ehren, darf nicht toter Besitz sein. Der Wissenschaft gilt es, den Zauberbann zu lösen, Ererbtes neu zu erwerben, alles Lebende in lebensvoller Durchdringung zu erfassen und auf sicherem Grunde des Erreichten kühn den Flug in neue Welten zu wagen. Gott gebe, daß der deutschen Wissenschaft nie die Männer fehlen, die sich so des Wortes bewußt bleiben, daß der Buchstabe tötet, der Geist aber lebendig macht.

Möge alle wissenschaftliche Arbeit, die in diesem Hause geleistet wird, von tiefstem sittlichen Ernste, von treuer Pflichterfüllung und von schlichter Frömmigkeit getragen sein nach dem Vorbilde des Herrschers, dessen Geburtstag wir heute begehen und dessen warmem Interesse Bibliothek und Akademie so reiche Förderung zu verdanken haben. Dann wird göttlicher Lebenshauch Ihr Werk durchwehen zum Ruhme deutschen Wissens und Wesens.

Hierauf sprach der Minister der geistlichen und Unterrichts-Angelegenheiten Exzellenz von Trott zu Solz folgende Worte:

Euere Kaiserliche und Königliche Majestät!
Kaiserliche und Königliche Hoheiten!
Hochansehnliche Versammlung!

Euerer Majestät Wille hat die heutige Weihestunde verknüpft mit der Erinnerung an den Geburtstag des unvergeßlichen Kaisers Wilhelm des Groszen. So ziemt es uns, mit ehrfurchtsvollem Danke des edlen Kaisers zu gedenken, der des Volkes Sehnsucht nach dem geeinten Vaterland erfüllte, des Reiches Herrlichkeit erneute und machtvoller Entfaltung unseres staatlichen, geistigen und wirtschaftlichen Lebens Raum gewann. Auch Akademie und Königliche Bibliothek haben daran Anteil. Lange Jahre hindurch haben sie, wie Mommsen heute vor 26 Jahren in denkwürdiger Trauerfeier rühmte, die Huld ihres Kaiserlichen Schirmherrn erfahren.

Die räumliche Ausgestaltung der Königlichen Bibliothek in ihrem alten Heim am Opernhause konnte schon lange den immer stärker auftretenden Bedürfnissen nicht mehr genügen. Die Geschichte des alten Baues, so herrlich er einst nach dem geistvollen Vorbilde des Wiener Meisters Fischer von Erlach erstand, ist doch überreich an Raumnöten und Wünschen und unerfüllten Hoffnungen. Schon in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde ein Neubau hinter der Universität geplant und Schinkel mit der Ausarbeitung des Entwurfs betraut. Der Plan gelangte nicht zur Ausführung, weil die Wünsche der Beteiligten allzuweit auseinandergingen. Jedoch kam die Frage des Neubaues nicht zur Ruhe, und im Jahre 1857 wurde durch Allerhöchste Kabinettsorder die Auswahl eines geeigneten Platzes befohlen mit der Weisung, für die Aufgabe Stüler heranzuziehen. Dieser machte im Einvernehmen mit Pertz, dem damaligen Leiter der Bibliothek, den Vorschlag, sie auf einem Teil des Exerzierplatzes vor dem Brandenburger Tor zu errichten. Der Vorschlag fand zwar allgemeine Billigung, doch seine Ausführung scheiterte an dem Mangel der Mittel.

Im Jahre 1875, unter der Regierung Kaiser Wilhelms des Groszen, war dieses Hindernis behoben. Die Blicke aller Beteiligten lenkten sich damals schon auf das sogenannte Akademieviertel, das außer der Akademie der Wissenschaften und der Akademie der Künste den Königlichen Marstall und eine Kaserne der Gardeducorps umfaßte. Staatsseitig wurden 600000 Mark zum Erwerb der Kaserne zur Verfügung gestellt. Es gelang indes nicht, alle Teile dieses Grundstücks freizumachen. Um wenigstens vorübergehend zu helfen und der Königlichen Bibliothek die notwendigste Erweiterung zu geben, wurde im

Jahre 1883 das sogenannte Niederländische Palais angekauft und gegen das der Krone gehörige, in der Behrenstraße 41 belegene Grundstück ausgetauscht. Erst nachdem der Neubau eines Marstallgebäudes beschlossen und die Verlegung der auf dem Akademieviertel kasernierten Gardeducorps Allerhöchst befohlen war, konnte der Gedanke an die Bebauung des Akademieviertels aufs neue verfolgt werden. Es lag in der Absicht, auf dem Gelände außer der Königlichen Bibliothek die Verwaltungsgebäude der Königlichen Akademie der Wissenschaften und der Akademie der Künste mit einem Ausstellungsraum zu errichten. Der Erwerb des wertvollen Grund und Bodens erforderte einen Kostenaufwand von 11¼ Millionen, der nur zum kleinsten Teil durch die Hergabe fiskalischer Grundstücke gedeckt wurde. Im Januar 1901 erhielt der Hofarchitekt Ihne den Auftrag zur Ausarbeitung des Bauprojekts; er gab alsbald sein Gutachten in dem Sinne ab, daß es nicht möglich sei, auf dem Gelände allen bisher ins Auge gefaßten Anstalten eine würdige Unterkunft zu gewähren. Am 9. Juni 1901 bestimmten Euere Majestät, daß auf dem neu erworbenen Gelände lediglich die Königliche Bibliothek, die Akademie der Wissenschaften und die Universitätsbibliothek zu erbauen sei, während für die Akademie der Künste das Gräflich Arnimsche Palais am Pariser Platz in Aussicht genommen wurde.

Am 2. September 1903 wurde der erste Spatenstich zu dem gewaltigen Werk getan, das wir heute bewundernden Blickes vor uns sehen. Seine Baukosten, einschließlich der gesamten inneren Einrichtung, belaufen sich auf 14½ Millionen Mark. Mehr als 25 Millionen Mark sind mithin aufgewendet, um der Akademie der Wissenschaften und den beiden Bibliotheken eine würdige Heimstätte zu bereiten. Die Schönheit und zielbewußte Steigerung der Räume entzücken das Auge des Beschauers; die technischen Einrichtungen erfreuen die Herzen der Fachmänner, und die bisher von keiner Bibliothek der Welt erreichte Zahl von 1300 Arbeitsplätzen wird die Dankbarkeit der nach Wissenschaft durstenden Benutzer erwecken.

Untertänigsten Dank aber lege ich nieder zu den Stufen des Thrones Euerer Kaiserlichen und Königlichen Majestät für die nimmer ruhende Fürsorge und Förderung, die Euere Majestät dem großen Werk von den ersten vorbereitenden Schritten bis zu dem soeben gelegten Schlußstein entgegengebracht haben. Dankbaren Herzens gedenke ich sodann namens der preußischen Unterrichtsverwaltung aller derer, die zu diesem Ziel geholfen haben, insonderheit der Finanzverwaltung und der beiden Häuser des Landtags, die der Bereitstellung der bedeutenden Mittel ihre Zustimmung nicht versagt und vielfach ihr Interesse an dem Fortschreiten des Baues bekundet haben. Besonderer Dank

gebührt den Meistern des Baues, den beratenden Fachleuten, die so viel Mühe auf die zweckvolle Einrichtung verwendet haben, allen Genossen der Arbeit. Euere Majestät haben die Dienste, die bei der Errichtung dieses Hauses geleistet worden sind, durch zahlreiche Gnadenbeweise zu würdigen geruht.

Und so übergebe ich nunmehr auf Allerhöchsten Befehl diesen Bau der Akademie der Wissenschaften und den Hütern der Königlichen Bibliothek zu dauerndem Besitz und segenspendendem Schaffen. Deutsche Wissenschaft war seit alters ein hochwertes Gut unseres Volkes, ein starkes Bindeglied unseres nationalen Empfindens, ein Quell geistiger Erneuerung in Zeiten des Niedergangs, ein Baum, von dessen Früchten auch fremde Völker Nahrung suchten und fanden. Daß sie ein Mittelpunkt unserer Gesittung bleibe, in allen Gebieten, die ihr aus dem Reich der Idee oder aus der Erforschung des Weltalls und seiner großen und kleinen Lebewesen zuwachsen, erfolgreich fortschreite und Stand und Eigenart auch im Wettkampf der Völker bewähre, der hier wie anderwärts stärker als je entbrannt ist, sei unser Wunsch und unsere Hoffnung. An den Pflegern und Leitern unseres wissenschaftlichen Lebens, die heute mit uns feiern, und denen, die künftig dieses Hauses walten, liegt es vor allem, sie zu erfüllen. Es ist ihre Verantwortung und ihr stolzes Vorrecht. Mögen sie des Ziels nicht fehlen!

Hierauf erwiderte der zur Zeit vorsitzende Sekretar der Königlichen Akademie der Wissenschaften Hr. Diels:

Eure Kaiserliche und Königliche Majestät!
Erlauchte Mitglieder des Königlichen Hauses!
Hochansehnliche Versammlung!

Mit Freude und Dank begrüßt die Königliche Akademie der Wissenschaften den heutigen Tag, da es ihr vergönnt ist, aus drangvoller Enge eines zehnjährigen Exils zurückzukehren an die alte ruhmreiche Stätte, die ihr Preußens erster König bei ihrer Gründung vor 214 Jahren bereitet hat, an den Platz, auf dem dann 1752 Friedrich der Grosze, der Erneuerer der Akademie, ein würdiges Gebäude errichten ließ, das freilich nach anderthalb Jahrhunderten den modernen Anforderungen nicht mehr genügen konnte. So hat es zu Beginn des neuen Jahrhunderts samt dem altehrwürdigen Observatorium in der Dorotheenstraße dem nunmehr fertiggestellten Bau weichen müssen, der den Bedürfnissen der Königlichen Akademie der Wissenschaften und der Königlichen Bibliothek zugleich dienen wird.

Indem wir Akademiker in dieses neue Gebäude unsern Einzug halten, erfüllen uns innige Gefühle freudigen Dankes. An erster Stelle statten wir Eurer Kaiserlichen und Königlichen Majestät, unserem erhabenen Protektor, ehrfurchtsvollen Dank ab. Wir gedenken des lebhaften und stetigen Interesses, mit dem Eure Majestät den wachsenden Bau in allen Stadien bis zu der heutigen Schlußsteinlegung begleitet und gefördert haben und wagen zu hoffen, daß auch die der Akademie bestimmten Räume später durch die Anwesenheit Eurer Majestät ihre besondere Weihe empfangen werden.

Wir gedenken aber auch zugleich bei dieser feierlichen Gelegenheit aller der segensreichen Neuerungen, welche die Huld Eurer Majestät in der inneren Verfassung unserer Körperschaft angeregt und verwirklicht haben. Bei dem zweihundertjährigen Jubiläum der Akademie erinnerten Eure Majestät an das Wort des großen Kaisers: »Das in jedem preußischen König einwohnende Gefühl für Wissenschaft ist auch in Mir lebendig.« Wie herrlich hat sich dies Wort auch an unserm Institut erfüllt! Zu Ende des vorigen Jahrhunderts hatte die Akademie nur 54 Stellen für ordentliche Mitglieder. Seitdem hat die wiederholt bewiesene Gnade Eurer Majestät, den gesteigerten Bedürfnissen unserer Akademie entgegenkommend, sechzehn neue Stellen hinzugefügt. Hierdurch ist es uns möglich geworden, noch mehr als früher mit den stets wachsenden Anforderungen der Wissenschaft und des modernen Lebens gleichen Schritt zu halten. Eine deutsche Kommission ward jetzt eingesetzt, die über den Schätzen unserer deutschen Sprache, der Schriftsprache wie der Mundarten, der Literatur wie der Kultur, emsig waltet und sich zu Größerem rüstet; die Technik, die jetzt enger als je mit der Wissenschaft verbündet ist, fand bei uns eine stärkere Vertretung; der Großbetrieb der Wissenschaft, den Böckh und Mommsen begonnen, hat sich nicht bloß auf dem Gebiete der Altertumsstudien erweitert und Orient wie Okzident erfaßt, sondern auch auf die moderne und vaterländische Historie, die Kirchen-, Rechts- und Verwaltungsgeschichte übergegriffen; er hat sich dann auch der Naturwissenschaften bemächtigt: Tierreich und Pflanzenreich, ja sogar das Himmelreich sind in unsern akademischen Betrieb einbezogen worden.

Um alle diese weitumfassenden und zum Teil auf Jahrhunderte berechneten Unternehmungen zu fördern, ist zu Anfang des Jahrhunderts die neue Einrichtung wissenschaftlicher Beamtenstellen ins Leben gerufen worden, die, allmählich auf zehn vermehrt, ein unentbehrliches Glied unserer Organisation geworden sind.

Aber selbst mit diesen ausgezeichneten Hilfskräften kann unsere Akademie nicht alles leisten, was heutzutage als dringendes Bedürf-

nis der Wissenschaft sich herausstellt. Schon die Räume, die uns zu Gebote stehen, reichen dazu nicht aus. So war es auf das freudigste zu begrüßen, daß Eure Majestät bei Gelegenheit des Universitätsjubiläums geruht haben, die segensreiche Einrichtung der Kaiser-Wilhelm-Institute zu inaugurieren. Indem diese Forschungsinstitute durch mannigfache Personalunion mit der Akademie verbunden wurden, ist dafür gesorgt, daß der Einfluß des ersten wissenschaftlichen Instituts unseres Staates sich in ausreichendem Maße auch bei der Einrichtung und Verwaltung der neuen Stiftungen betätigen kann und daß die Resultate der dortigen Forschertätigkeit sofort in unsern wissenschaftlichen Gesamtorganismus eingefügt werden können.

Wollte ich die hohen Verdienste Eurer Majestät um Wissenschaft und Technik im allgemeinen gebührend schildern, so würde diese Stunde nicht ausreichen. Es sei daher der Akademie gestattet, für dies alles, auch für den heutigen Huldbeweis, den Dank der Männer der Wissenschaft in schlichten, aber tiefempfundenen Worten auszusprechen. Zwischen den Bildern des Gründers und des Erneuerers der Akademie gewahren wir beim Eintritt über dem Hauptportal ein wohlbekanntes Antlitz. Wir begrüßen in ihm ehrfurchtsvoll und dankbar den dritten Gründer der Akademie!

Unser zweiter Dank gebührt den Ministern und Räten der Hohen Staatsregierung, die im Einvernehmen mit den Hohen Häusern des Landtags von jeher, aber ganz besonders in dem neuen Jahrhundert, ein werktätiges Interesse an den Aufgaben und Zielen unserer wissenschaftlichen Tätigkeit an den Tag gelegt haben. Wir danken insbesondere Seiner Exzellenz dem Minister der geistlichen und Unterrichtsangelegenheiten, daß er selbst und seine Räte unsere Bestrebungen stets verständnisvoll unterstützt und namentlich auch bei der Einrichtung des Baues unsern Wünschen, soweit es möglich war, zur Verwirklichung verholfen haben.

Gerade am heutigen Tage vor 26 Jahren hielt Mommsen seine berühmte Gedächtnisrede auf den dahingegangenen allgeliebten Herrscher und hob dabei rühmend hervor, was die deutsche Wissenschaft der staatlichen Unterstützung verdanke. Wieviel mehr Anlaß zu solcher Betrachtung hätte mein verehrter Vorgänger im Amte heute, wenn es ihm vergönnt gewesen wäre, diesen Tag zu erleben!

Den letzten Dank endlich schulden wir dem feinsinnigen Meister, der mit seinem kunstgeübten Stabe dieses imposante Gebäude harmonisch in den Rahmen des Kaiserforums eingefügt und im Innern für die verschiedenartigen Zwecke unseres Instituts in sinnreichster Weise gesorgt hat. Wir haben uns — dies dürfen wir schon heute sagen — außer-

ordentlich verbessert nicht nur gegen das Zwischenheim, das wir jetzt verlassen, sondern auch gegen das alte friderizianische Gebäude, an das sich für uns ältere Akademiker so manche teure Erinnerung knüpft!

Wir hoffen nunmehr, ungehemmt durch bedrückende räumliche Verhältnisse, uns hier reicher und voller zu entfalten. Die Rückkehr an unsere alte Stätte im Mittelpunkte Berlins und die Wiedervereinigung mit den uns seit lange verbundenen Nachbarn, der Königlichen Universität und der Königlichen Bibliothek, wird unser Schaffen neu beleben. In keinem Augenblicke ihres mehr als zweihundertjährigen Daseins fühlte sich — wenn ich das aussprechen darf — unsere Akademie jünger, tatenlustiger, zukunftssicherer. Wohl weiß sie, daß die Wissenschaft nicht alles kann, und daß die Akademie wiederum nicht alles kann, was der Wissenschaft zu tun obliegt. Aber sie fühlt in sich die Kraft, das, was Leibniz dereinst geahnt und erstrebt, mehr und mehr zu vollenden, im Verein mit den jetzt enger verbündeten deutschen und ausländischen Schwesterakademien einen Sammelpunkt der wissenschaftlichen Forschung zu bilden, wo alle einzelnen Organe in lebendigem Zusammenwirken zu dem einen, letzten Ziele hinstreben, der Erkenntnis der Wahrheit, die, in tausend Strahlen gebrochen, ein Abbild ist des einen ewigen Lichtes. Auch heute wird der Akademie, wie ehedem und immerdar, Leibnizens Wahlspruch auf ihrem Wege voranleuchten:

Cognata ad sidera tendit.

Es folgte die Verkündigung der neuernannten Ehrenmitglieder:

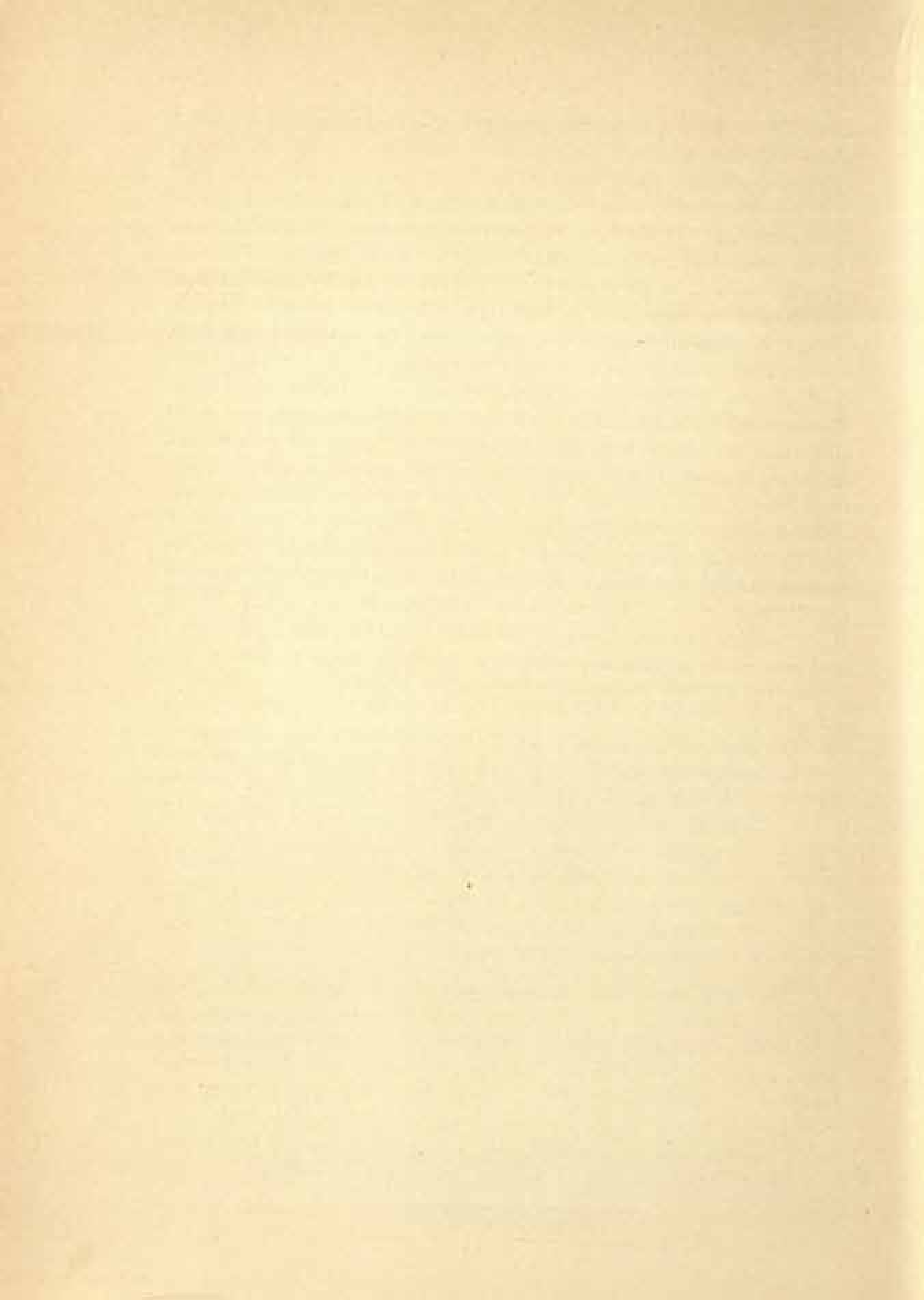
des Staatsministers und Ministers der geistlichen und Unterrichts-Angelegenheiten D. Dr. von Trott zu Solz,

des Chefs des Geheimen Zivilkabinetts Seiner Majestät des Kaisers und Königs, Geheimen Kabinettsrates Wirklichen Geheimen Rates Dr. von Valentini,

des Ministerialdirektors im Ministerium der geistlichen und Unterrichts-Angelegenheiten, Wirklichen Geheimen Oberregierungsrates Dr. Schmidt.

Nachdem darauf der Generaldirektor der Königlichen Bibliothek, Exzellenz von Harnack, eine längere Rede über die Entwickelung der Königlichen Bibliothek gehalten und mit einem Kaiserhoch geschlossen hatte, sang der Domchor das Salvum fac regem, und der Bläserchor beschloß die denkwürdige Feier. Seine Majestät empfing darauf den vorsitzenden Sekretar der Kgl. Akademie zum Abschiede und stellte dabei allergnädigst in Aussicht, ihre neuen Räume später besichtigen und einer Festsitzung der Akademie beiwohnen zu wollen.

Ausgegeben am 2. April.



1914.
XI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

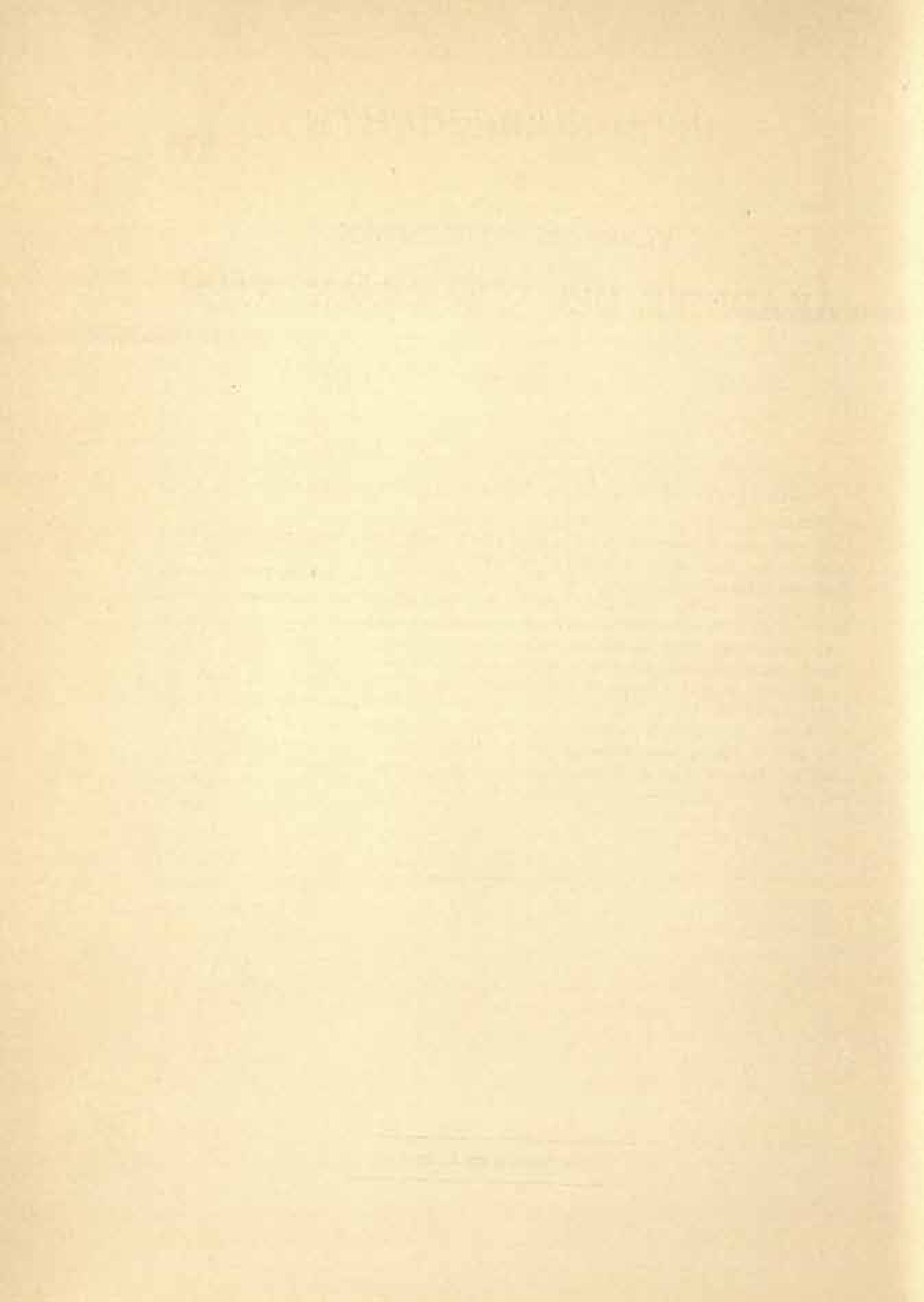
26. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

Hr. Loeschcke las: Über böotische Vogelschalen. (Ersch. später.)

Die älteste Form der von Boehlau (Arch. Jahrb. III) grundlegend behandelten thebanischen Schalen ist fusslos und einhenklig. Dem Henkel gegenüber befindet sich ein flacher, brettartiger Ansatz. Durch erhaltene Zwischenformen, besonders eine in Ägypten gefundene Alabasterschale des Bonner Akademischen Kunstmuseums, lässt sich erweisen, dass die böotischen Schalen ursprünglich die Form eines Vogels hatten: Der brettartige Ansatz ist das Rudiment eines Schwanzes, der Henkel wird gebildet durch den zur Seite gewendeten langen Hals, Kopf und Schnabel. Die Form ist unägyptisch, aber nach ägyptischen Analogien, wahrscheinlich in Naukratis, geschaffen. Von dort wird auch die Technik kommen und die vegetabilische Ornamentik, die immer stärker die ursprünglich geometrischen Muster durchdringt. Die auf der Aussenseite der Schalen häufig dargestellten fliegenden Vögel sind wahrscheinlich Abbilder von Seelen, die das Gefäss umfliegen, ähnlich wie in anderen Vasengattungen die Seelenschlangen es umringeln. Die Vasen waren von Anfang an für den Totenkult gearbeitet.

Ausgegeben am 2. April.



1914.
XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Planck.

1. Hr. Haberlandt las: »Zur Entwickelungsphysiologie der Rhizoiden«.

Es wird gezeigt, dass bei den Brutknospen und Thallussprossen der Lebermoosgattungen *Lunularia* und *Marchantia* vor dem Auswachsen der Rhizoiden oder Wurzelhaare in den betreffenden Initialzellen unter dem Einfluss der Schwerkraft bestimmte Umlagerungen des Protoplasmas, der Zellkerne und der Stärkekörner stattfinden. Diese Umlagerungen erfolgen in gleicher Weise wie in den Statocysten geotropisch empfindlicher Organe. Daraus darf geschlossen werden, dass die Perception des Schwerkraftreizes bei den vorliegenden und wohl auch den übrigen Barymorphosen in gleicher Weise vermittelt wird wie beim Geotropismus.

2. Hr. Struve legte eine Arbeit des Privatdozenten Dr. A. Wilkens in Kiel vor: »Über die Integration der Grundgleichungen der Theorie der Jupitermonde«. (Ersch. später.)

Es handelt sich um die Integration der Differentialgleichungen, welche die Bahnelemente $h = e \sin \varpi$ $k = e \cos \varpi$ bestimmen. Der Verfasser zeigt, dass man die Integration dieser Gleichungen durch eine Coordinatentransformation in strengerer Weise ausführen kann.

3. Hr. Beckmann überreichte eine Arbeit des Hrn. Prof. Dr. Richard Willstätter, Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie in Berlin-Dahlem: Über die Farbstoffe der Blüten und Früchte.

Eine Anzahl von Anthocyanen aus Blüten und Früchten wird in krystallisirtem Zustand isolirt; sie sind Zuckerverbindungen von Farbstoffen, die als Hydroxylverbindungen eines Phenylbenzopyryliums erkannt werden. Die Anthocyane sind als chinoide Oxoniumsalze aufzufassen; sie bilden eine neue Classe von Pflanzenbasen, deren basische Natur durch vierwerthigen Sauerstoff bedingt ist.

Zur Entwicklungsphysiologie der Rhizoiden.

Von G. Haberlandt.

Hierzu Taf. II.

Die Brutknospen der Marchantiaceengattungen *Marchantia* und *Lunularia* sind seit den Untersuchungen Mirbels (1835) ein sehr beliebtes Objekt der entwicklungsphysiologischen Forschung gewesen. Sie verdanken die Aufmerksamkeit, die ihnen seitens verschiedener Pflanzenphysiologen geschenkt wurde, bekanntlich dem Umstande, daß sie anfänglich einen vollkommen bilateralen Bau besitzen und daß dann bei ihrem Auswachsen zu einem dorsiventralen Thallus lediglich äußere Einflüsse darüber entscheiden, welche Seite zur Rücken- und welche zur Bauchseite wird. Solche Einflüsse sind es auch, die das Auswachsen der Initialzellen bedingen, aus denen die Wurzelhaare, die Rhizoiden, der Brutknospen hervorgehen.

Bei *Marchantia polymorpha* treten die Rhizoidinitialen als chlorophyllose, ziemlich plasmareiche Zellen auf beiden Seiten der Brutknospe auf. Da jede Initialzelle nur eine freie Außenwand hat, ist nur ein einseitiges Auswachsen möglich; die äußeren Einflüsse bestimmen demnach, ob die Initialzellen der einen oder jene der anderen Seite zu Rhizoiden werden. Anders verhalten sich, wie zuerst Leitgeb erkannt hat, die Initialzellen der Brutknospen von *Lunularia cruciata* L. (*L. vulgaris* Mich.). Sie treten in der Nähe des Randes der Knospe auf und durchsetzen diese ihrer ganzen Dicke nach, so daß jede Initialzelle zwei freie Außenwände besitzt (Fig. 1—7). Welche von diesen beiden Wänden zum Rhizoide auswächst, auf welcher Seite der Brutknospe also das Rhizoid erscheint, hängt, wie bei *Marchantia*, in erster Linie von der Angriffsrichtung der äußeren Einflüsse ab.

Schon Mirbel[1] hat gefunden, daß die Brutknospen von *Marchantia polymorpha* bei horizontaler Lage auf der dem Substrate anliegenden Unterseite Rhizoiden bilden. Er führt dies auf die Beschattung der

[1] Mirbel, Recherches anatomiques et physiologiques sur la *Marchantia polymorpha*, Mém. de l'Acad. d. sc. de Paris Tome XIII, 1835.

Unterseite und auf die größere Feuchtigkeit zurück, der sie ausgesetzt ist. Erst PFEFFER[1] hat dann den experimentellen Nachweis erbracht, daß die Rhizoidinitialen zwar auf beiden Seiten der Brutknospe zufolge eines mit den Entwicklungsbedingungen sich einstellenden Bildungstriebes das Bestreben haben, auszuwachsen, daß aber äußere Verhältnisse die Entwicklung der Rhizoiden nur auf einer Seite oder wenigstens vorwiegend auf einer Seite veranlassen. So fördert vor allem die Schwerkraft die Produktion von Wurzelhaaren auf der erdwärts gewandten Seite der Brutknospen[2]. Auch Feuchtigkeit beziehungsweise dampfgesättigte Luft übt auf das Austreiben der Rhizoiden und namentlich auf ihr weiteres Wachstum einen sehr begünstigenden Einfluß aus, während der Kontakt mit festen Körpern, wie nassem Fließpapier oder plastischem Ton, dem PFEFFER in seiner ersten Arbeit einen fördernden Einfluß zuschrieb, durch spätere Versuche als wirkungslos erkannt wurde.

Von A. ZIMMERMANN[3] ist ferner gezeigt worden, daß auch das Licht einen beträchtlichen Einfluß auf das Auswachsen der Rhizoiden ausübt. Auf Wasser schwimmende Brutknospen von *Marchantia*, die mittels eines Spiegels von unten beleuchtet wurden, entwickelten, wenn die Beleuchtung intensiv genug war, auf der beschatteten Oberseite weit mehr Wurzelhaare als auf der belichteten Unterseite.

Was das Auswachsen der Rhizoidinitialen der Brutknospen von *Lunularia cruciata* betrifft, so liegen darüber betreffs des Einflusses der Schwerkraft, der Luftfeuchtigkeit und des Lichtes keine ausführlicheren Angaben vor. LEITGEB[4] teilt in einer kurzen Notiz mit, daß, wie schon oben erwähnt wurde, die Initialen die Brutknospe ihrer ganzen Dicke

---

[1] W. PFEFFER, Studien über Symmetrie und spezifische Wachstumsursachen, Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg, I. Band 1874, S. 79. Ferner: Zur Kenntnis der Kontaktreize, Untersuchungen aus dem Botanischen Institut zu Tübingen, I. Band S. 528ff.

[2] Die Behauptung DACHNOWSKIS (Zur Kenntnis der Entwicklungsphysiologie von *Marchantia polymorpha* L., Jahrb. f. wiss. Bot., 44. Band S. 256), daß durch die Schwerkraft die Produktion von Wurzelhaaren bei *Marchantia*-Brutknospen gar nicht oder nur sehr wenig beeinflußt wird, ist vollkommen unrichtig. Versuche, die diese Behauptung stützen könnten, werden nicht mitgeteilt. Hätte DACHNOWSKI die völlig beweiskräftigen Versuche PFEFFERS (vgl. insbesondere: Zur Kenntnis der Kontaktreize S. 530 und 533) gekannt oder wiederholt, so hätte er nicht eine so sonderbare Behauptung aufstellen können. Ebenso unberechtigt ist die Annahme DACHNOWSKIS, daß auch das Licht für die Wurzelhaarbildung »fast gar nicht« von Einfluß sei (a. a. O. S. 255, 283). Man versteht nicht, wie DACHNOWSKI derlei behaupten kann, da er doch den Versuch ZIMMERMANNS mit positivem Erfolg wiederholt hat (a. a. O. S. 257).

[3] A. ZIMMERMANN, Über die Einwirkung des Lichtes auf den Marchantienthallus, Arbeiten aus dem Botanischen Institut in Würzburg, II. Band 1882 S. 665.

[4] H. LEITGEB, Botanische Zeitung 1872, Auszug aus den Verhandlungen der botanischen Sektion bei der Naturforscherversammlung in Leipzig, S. 766.

nach durchsetzen. Durch welche Einflüsse ihr Auswachsen auf der einen oder der andern Seite der Brutknospe bestimmt wird, bleibt unerörtert. Alles, was Leitgeb über die Entstehung der Rhizoiden vorbringt, beschränkt sich auf folgende interessante Beobachtung: »Ist die Anlage des Wurzelhaares sehr wenig vorgeschritten, so kann bei Umkehrung der Brutknospe die andere Seite auch eine Wurzelhaaranlage bilden, was nicht geschieht, wenn die Bildung des Wurzelhaares auf der einen Seite schon über ein gewisses Maß hinausgelangt war«. — Später hat Kny[1] in aller Kürze angegeben, daß die Rhizoidinitialen der *Lunularia*-Brutknospen, »je nach deren Lage entweder in dem einen oder in dem entgegengesetzten Sinne zum Wurzelhaar auswachsen«; Zimmermann[2] teilt mit, daß, was den Einfluß des Lichts betrifft, »die Brutknospen von *Lunularia* ganz dasselbe Verhalten zeigten« wie die von *Marchantia*, und Pfeffer[3], der Zimmermanns Angabe bestätigt, fügt noch hinzu, »daß trockene Luft das Wachstum der Haare hemmt und daß Kontakt mit festen Körpern nicht als Reiz wirksam ist«.

Über den Einfluß chemischer Reize auf die Entstehung und das Wachstum der Rhizoiden von *Lunularia* hat schließlich Benecke[4] eingehende Untersuchungen angestellt. Er konnte nachweisen, daß chemische Reizung durch verschiedene Salze, durch Nährlösungen, Traubenzucker usw. bei der Ausgestaltung der Rhizoiden eine große, und zwar begünstigende Rolle spielt. Was aber den Ort der Anlage der Rhizoiden betrifft, so ist der chemische Reiz, den eine gute Nährlösung ausübt, nicht imstande, den Lichtreiz, falls dieser im entgegengesetzten Sinne einwirkt, unwirksam zu machen; auf der Nährlösung schwimmende und von unten beleuchtete Brutknospen ließen die Mehrzahl ihrer Rhizoiden nach oben in die feuchte Luft auswachsen.

In welcher Weise nun die äußeren Einflüsse für den Ort der Entstehung der Rhizoiden — auf der einen oder andern Seite der Brutknospe — maßgebend sind, ist bisher von keinem der Forscher, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, erörtert worden. Ich habe mir diese Frage, insbesondere betreffs des Einflusses der Schwerkraft, schon vor Jahren vorgelegt und bin dabei von der Annahme ausgegangen, daß etwaige Umlagerungen des Zellinhaltes der Rhizoidinitialen, ihrer Plasmakörper, Zellkerne, Stärke-

---

[1] L. Kny, Die Entwicklung der Parkeriaceen, Nova Acta der Leop.-Carol. Akad. d. Naturforscher, Bd. XXXVII, 1875, S. 12 Anmerkung.

[2] A. a. O. S. 667.

[3] Untersuchungen aus dem bot. Inst. zu Tübingen, I. Bd. S. 535.

[4] W. Benecke, Über die Keimung der Brutknospen von *Lunularia cruciata*, Bot. Ztg. 1903.

körner — Umlagerungen, die dem Auswachsen der Rhizoiden vorausgehen — gewisse Anhaltspunkte dafür bieten könnten, auf welche Weise die den Ort der Anlage bestimmenden äußeren Einflüsse zur Geltung kommen. Auf solche Umlagerungen des Zellinhalts ist bisher nicht geachtet worden. Es leuchtet ein, daß für derartige Untersuchungen, die in der Analyse der entwicklungsphysiologischen Vorgänge bei der Entstehung der Rhizoiden noch weiter zurückgreifen, als dies bisher geschehen ist, die Brutknospen von *Lunularia* mit ihren von einer bis zur andern Seite der Knospe reichenden Initialzellen, ein besonders geeignetes Objekt darstellen.

Bevor ich nun zur Besprechung der von mir angestellten Versuche übergehe, möge zunächst der Bau und die Gestalt der Rhizoidinitialen von *Lunularia* etwas genauer beschrieben werden[1].

Die Initialzellen treten nur in der Nähe des Randes der Brutknospe auf und sind von diesem 3—4 Zellen weit entfernt. Ihre Anzahl ist verschieden groß; ich habe meist 8—10 gezählt. Gewöhnlich liegen sie isoliert im Thallusgewebe, doch grenzen oft auch zwei, ja selbst drei Initialen seitlich aneinander. Auf Querschnitten durch die Brutknospen (die teils aus freier Hand mit dem Rasiermesser, teils mit dem Mikrotom hergestellt wurden) sieht man, daß die Initialzellen, wie schon Leitgeb festgestellt hat, von einer Seite der Brutknospe bis zur anderen reichen. Nur ausnahmsweise habe ich an dem Berliner Material beobachtet, daß die betreffende Initialzelle durch eine perikline Wand in zwei ungleich große Tochterzellen geteilt war, von denen die kleinere Chlorophyllkörner enthielt und denselben Bau zeigte wie die übrigen Epidermiszellen der Knospe, während die größere die eigentliche Initialzelle darstellte (Fig. 11).

Die gegen den Knospenrand gekehrte Seitenwand der Initialzelle ist meist vollkommen gerade oder nur ganz wenig gebogen. Die gegen die Mitte der Brutknospe gekehrte Wand dagegen ist stark vorgewölbt und entsprechend der Zahl der Zellen, an die sie grenzt, mehrmals gebrochen (Fig. 1—7). Die beiderseitigen Außenwände der je nach der Dicke der Brutknospe mehr oder minder gestreckten Initialen sind meist gegen den Knospenrand zu ziemlich stark geneigt. Der Neigungswinkel beträgt 25—40°.

Um die von äußeren Einflüssen unabhängige, ausschließlich durch innere Gründe bedingte Gleichgewichtslage des Protoplasmas

[1] Einige meiner Beobachtungen über den Zellinhalt der Rhizoidinitialen und seine Umlagerungen hat in Kürze bereits H. Bischoff in einer unter meiner Leitung ausgeführten Arbeit »Untersuchungen über den Geotropismus der Rhizoiden« (Beihefte zum Bot. Zentralblatt, 28. Band, 1. Abt. 1912) mitgeteilt.

der Initialzellen und seiner Inhaltskörper feststellen zu können, ließ ich Thallustücke von *Lunularia* mit Brutbechern und reifen Brutknospen in mit nassem Fließpapier ausgekleideten Petrischalen 1—3 Tage lang am Klinostaten rotieren. Die Drehungsachse lag horizontal, die Drehungsebene stand senkrecht zur Fensterscheibe, durch die diffuses Tageslicht einfiel. So waren die Brutknospen der einseitigen Licht- und Schwerkraftwirkung entzogen. Dann wurden dieselben gewöhnlich in einprozentiger Chromsäurelösung fixiert, ausgewaschen und mit Boraxkarmin gefärbt. Die plasmareichen großen Initialzellen der Rhizoiden hoben sich dann von dem übrigen Gewebe auf das schönste ab. Wenn die Verteilung der Stärke in den Initialzellen genauer untersucht werden sollte, wurden die Brutknospen entweder garnicht oder mit 70 prozentigem Alkohol fixiert und die Schnitte mit wässeriger Jodjodkaliumlösung behandelt.

Die Untersuchung von Querschnitten durch Brutknospen, die einen Tag lang am Klinostaten rotiert hatten, ergab nun folgendes: Die Initialzellen besitzen einen ziemlich dicken plasmatischen Wandbeleg, der sich in der Mitte der ausgebauchten Innenwand zu einer mächtigen Plasmaansammlung verdickt und sich halbkugelig gegen den Zellsaftraum vorwölbt (Fig. 1, 2, 9). Nur ausnahmsweise befindet sich die Plasmaansammlung in der Mitte der gegenüberliegenden, dem Knospenrande zugekehrten Zellwand (Fig. 3). Mitten in diesem Plasmaklumpen liegt der große, kugelige, mit einem ansehnlichen Nucleolus versehene Zellkern. Ich habe ihn niemals der Zellwand anliegend gesehen. Den Kern umgeben ringsum zahlreiche kleine runde Stärkekörner, die dicht gelagert sind; nur ausnahmsweise treten vereinzelte Stärkekörner auch in dem Plasmabeleg der Außenwände und der übrigen Seitenwände auf. Häufig wird die mit Stärkekörnern vollgepfropfte Plasmaansammlung in der Mitte der bauchigen Innenwand mit dem gegenüberliegenden Wandbeleg durch einige Plasmastränge verbunden.

Die Initialzellen der Rhizoiden sind also bei *Lunularia* bipolar gebaut, wobei beide Pole vollkommen gleichwertig sind. In bezug auf ihre Gestalt sowohl wie auch hinsichtlich der Verteilung ihres Inhaltes besitzen die Initialzellen aber auch einen dorsiventralen Bau, wobei die gegen die Mitte der Brutknospe vorgewölbte Seite als Bauchseite, die dem Knospenrande zugekehrte Seite als Rückenseite bezeichnet werden kann.

Zunächst sollen nun die Umlagerungen des Inhaltes der Rhizoidinitialen besprochen werden, welche dem Auswachsen der Wurzelhaare unter dem Einfluß der Schwerkraft auf der physikalisch unteren Seite der Brutknospe vorausgehen. Vorerst möge aber dieser Einfluß der Schwerkraft zahlenmäßig festgestellt werden, da die diesbezüg-

lichen Angaben früherer Forscher betreffs der Brutknospen von *Lunularia cruciata* gar zu kurz lauten. Es wird immer nur darauf hingewiesen, daß sich *Lunularia* ebenso verhält wie *Marchantia*.

Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß der Boden und der Deckel einer kleinen Petrischale mit gut ausgekochtem, von Leitungswasser durchtränkten Filterpapier bedeckt wurde, auf das man eine Anzahl von Brutknospen säte, die aus ein und demselben Brutbecher stammten; oder es wurden nach dem Vorgange PFEFFERS die Brutknospen aus verschiedenen Bechern gut durcheinandergemischt, bevor die Aussaat erfolgte. Die Petrischale wurde auf eine mit Wasser bedeckte Schüssel gestellt und diese mit einer Glasglocke zugedeckt. Die Beleuchtung erfolgte stets nur durch diffuses Tageslicht. Das Ergebnis dieser Versuche war, daß sowohl die dem Deckel anhaftenden Brutknospen, die zenithwärts an das Substrat, erdwärts an dampfgesättigte Luft grenzten, als auch die auf dem Boden der Schale liegenden Brutknospen stets auf der physikalisch unteren Seite weit mehr Rhizoiden bildeten als auf der oberen, mochte nun diese an das Substrat oder an feuchte Luft grenzen. Im nachstehenden sei ein solcher Versuch, der anfangs März bei einer Temperatur von 19—20° C durchgeführt wurde, genauer beschrieben. Die Untersuchung der Brutknospen erfolgte am 4. Tage nach der Aussaat; um die Anzahl der Rhizoiden auf beiden Seiten leicht zählen zu können, wurden je 10 Brutknospen zwischen zwei großen Deckgläschen beobachtet. Die Mehrzahl der ausgewachsenen Rhizoiden hatte schon eine ziemliche Länge erreicht, nur wenige besaßen erst die Gestalt langer Papillen; auch diese wurden natürlich mitgezählt.

I. Brutknospen des Deckels; Substrat oben, Luft unten.

Nr. der Knospe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Zusammen:
Anzahl der Rhizoiden oben	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3 (3.9 Proz.)
" " " unten	11	4	7	8	5	6	6	9	9	9	74 (96.1 Proz.)

II. Brutknospen des Bodens; Substrat unten, Luft oben.

Nr. der Knospe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Zusammen:
Anzahl der Rhizoiden oben	0	1	1	3	2	0	1	2	0	1	11 (14.9 Proz.)
" " " unten	6	6	6	6	5	8	8	4	8	6	63 (85.1 Proz.)

Aus den vorstehenden Tabellen geht hervor, daß die Knospen des Deckels im ganzen 77, die des Bodens 74 Rhizoiden gebildet hatten. Dabei fällt auf, daß die ersteren auf der Oberseite nur 3, die letzteren dagegen 11 Rhizoiden besaßen; ein Unterschied, den ich in ähnlicher Weise auch sonst mehrmals beobachtet habe. Derselbe ist wohl nur so zu erklären, daß vom Substrat, dem Filterpapier ein Reiz ausgeht, der eine Anzahl von Rhizoidinitialen ver-

hindert, dem Einfluß der Schwere zu folgen und unterseits auszuwachsen; dieselben werden vielmehr gezwungen, oberseits Rhizoiden zu bilden. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um eine chemische Beeinflussung[1].

Ich gehe nun zu den Umlagerungen über, die in den Rhizoidinitialen unter dem Einfluß der Schwerkraft vor sich gehen. Wenn man auf ein horizontales Substrat ausgesäte Brutknospen nach 24 Stunden oder auch schon früher untersucht, so findet man, daß die Verteilung des Protoplasmas und der Stärkekörner sowie die Lage des Zellkernes eine ganz andere geworden ist. Die ursprünglich der Mitte der Bauchwand angelagerte Plasmaansammlung hat sich samt dem Zellkern und den zahlreichen Stärkekörnern erdwärts bewegt und den physikalisch unteren Wandpartien angelegt (Fig. 6, 7). Gleichzeitig ist der Plasmabeleg der unteren Teile der Seitenwände dicker geworden; in dem zenithwärts gekehrten Teil der Initiale ist der Plasmabeleg jetzt merklich dünner als früher.

Die Umlagerung des stärkehaltigen Plasmaklumpens mit dem Zellkern geht, wie genauere Beobachtungen lehrten, ziemlich rasch vor sich. Mehrere Brutknospen wurden in Wasser zwischen zwei Deckgläschen gebracht und durch dazwischenliegende Deckglassplitter vor Druck geschützt. Nach 24 stündigem Verweilen im dampfgesättigten Raum waren die Stärkekörner der Initialen in dicker Schicht auf den unteren Wänden angesammelt. Nun wurde das Deckglaspaar umgedreht und das allmähliche Herabsinken der nunmehr oben liegenden Plasmaansammlungen mit ihren Stärkeeinschlüssen beobachtet (Temp. 20°). Nach 15 Minuten war noch keine merkliche Verlagerung eingetreten. Nach 30 Minuten war sie schon deutlich wahrzunehmen. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden war die Verlagerung vollständig vollzogen. Sie erfolgt demnach lange nicht so rasch wie die Wanderung der Stärkekörner in den Statolithenorganen, immerhin aber mit ziemlicher Schnelligkeit.

Das Abwärtssinken des Protoplasmas mit seinen Stärkekörnern ist keine geotaktische Reizbewegung, sondern, wie die Umlagerung der Statolithenstärke, ein rein physikalischer Vorgang. Es geht dies daraus hervor, daß die Umlagerung auch dann erfolgt, wenn die Brutknospen auf Chloroformwasser oder auf wässeriger Eosinlösung schwimmen.

Hat sich die Hauptmasse des Plasmas mit dem Zellkern und den Stärkekörnern auf den unteren Wandpartien, insbesondere der Außenwand der Rhizoidinitiale, angesammelt, so beginnt nach einiger Zeit

---

[1] Vgl. auch Bischoff, a. a. O. S. 97.

die Außenwand sich papillös vorzustülpen (Fig. 8); in die derart entstandene Rhizoidanlage wandert zunächst nur feinkörniges Protoplasma ein. Erst wenn die Papille ungefähr ebenso lang als breit geworden ist, rückt in sie auch der Zellkern mit den ihn umgebenden Stärkekörnern nach. Diese letzteren verteilen sich dann in dem wachsenden Rhizoid auf eine längere Zone, in deren oberem Teil der Zellkern liegt (Fig. 10).

Es fragt sich nun: Steht das Auswachsen der Rhizoidinitialen auf der Unterseite der Brutknospe mit der beschriebenen Umlagerung des Plasmas und der Stärkekörner in einem kausalen Zusammenhange oder nicht? Zwei Beobachtungstatsachen sind es, die auf diese Frage eine bejahende Antwort geben. Zunächst das Ergebnis des Leitgebschen Umkehrungsversuches. Wenn die Rhizoiden noch ganz kurz sind und nur feinkörniges Plasma enthalten, dann sinkt, wie ich beobachten konnte, nach Drehung der Brutknospe um 180°, der in das Rhizoid noch nicht eingedrungene Plasmaklumpen mit dem Zellkern und den Stärkekörnern auf die entgegengesetzte, nunmehr untere Außenwand hinab, und jetzt wächst diese zum Rhizoid aus (Fig. 10). Ist aber der Zellkern mit den ihn umgebenden Stärkekörnern in das junge Rhizoid einmal eingedrungen, so können sie nicht mehr zurück, und nach der Umkehrung der Knospe wächst die jetzt untere Außenwand der Initiale nicht mehr zu einem Rhizoid aus. Daraus geht deutlich hervor, daß die Schwerkraft nur dadurch wirksam wird, daß sie das Plasma samt Kern und Stärke auf die physikalisch unteren Wände sinken läßt.

Dieselbe Folgerung ist auch aus einer schon von Bischoff (a. a. O. S. 100) mitgeteilten Beobachtung zu ziehen. Brutknospen von *Marchantia* und *Lunularia*, die auf vertikalstehenden Glasplatten ausgesät wurden, lassen auf ihrer unteren Hälfte weit mehr Rhizoiden entstehen als auf der oberen. Bei *Lunularia* betrug z. B. die Anzahl der Rhizoiden der unteren Brutknospenhälften 31, die der oberen 11; in einer anderen Kultur 39 und 5. Bei Klinostatenkulturen läßt sich ein solcher Unterschied nicht wahrnehmen. Die Ausbildung einer weit größeren Anzahl von Rhizoiden auf der unteren Hälfte vertikalstehender Brutknospen hängt zweifelsohne mit dem obenbeschriebenen dorsiventraten Bau der Initialen zusammen. In der unteren Knospenhälfte ist die konvexe Bauchwand der Initiale nach oben gekehrt, die ihr anliegende Plasmaansammlung mit Kern und Stärkekörnern gleitet demnach unter dem Einfluß der Schwerkraft schräg auf die eine oder andere Außenwand herab (Fig. 12 unten). In der oberen Knospenhälfte dagegen ist die konvexe Bauchwand nach unten gekehrt, der ihr anliegende Plasmaklumpen bleibt demnach hier an der tiefsten Stelle, in der Mitte der

Bauchwand, liegen (Fig. 12 oben), falls nicht später andere Einflüsse als die Schwerkraft ein Auswachsen der Rhizoiden zur Folge haben.

Wenn nun, was wohl nicht zu bezweifeln ist, ein kausaler Zusammenhang zwischen der durch die Schwerkraft hervorgerufenen einseitigen Ansammlung des Protoplasmas samt Kern und Stärke und dem Auswachsen der Rhizoiden besteht, so fragt es sich nun, wie dieser Zusammenhang zu verstehen ist. Von vornherein sind da mehrere Möglichkeiten gegeben. Das Auswachsen der Außenwand zum Wurzelhaar könnte bedingt sein: 1. durch die bessere Ernährung oder chemische Reizung der ihr anliegenden Plasmahaut; 2. durch die Annäherung des Zellkernes an die Außenwand im Sinne der Vorstellungen, die ich an anderer Stelle[1] über die Beziehungen zwischen Lage und Funktion des Zellkernes entwickelt habe; 3. durch den Druck, den die Plasmaansammlung mit ihren Einschlüssen, insbesondere den Stärkekörnern, auf die Außenwand bzw. die ihr anliegende Plasmahaut ausübt.

Um diese verschiedenen Möglichkeiten zu prüfen, mußte festgestellt werden, ob auch dann, wenn andere äußere Einflüsse als die Schwerkraft das Auswachsen der Rhizoiden zur Folge haben, eine gleichartige Umlagerung des Zellinhalts der Initialen stattfindet oder nicht. Zu diesem Zwecke wurden die Umlagerungen untersucht, die in den Rhizoidinitialen stattfinden, wenn die auf Wasser schwimmenden Brutknospen von unten kräftig beleuchtet werden. In diesem Falle entstehen, wie schon oben erwähnt wurde, die Rhizoiden vorzugsweise auf den zenithwärts gekehrten Schattenseiten der Brutknospen.

Der Versuch wurde in der Weise durchgeführt, daß die in einer Petrischale auf Leitungswasser schwimmenden Brutknospen von unten her mittels eines schräggestellten Spiegels beleuchtet wurden. Die auf einer Glasplatte stehende Schale wurde mit einer schwarzen Pappschachtel zugedeckt. Da die Kulturschale vor einem Südfenster des Pflanzenphysiologischen Instituts aufgestellt war und während der ganzen Versuchsdauer (vom 9.—13. Februar) klares Wetter herrschte, so war die Beleuchtung der Brutknospen eine recht intensive. An jedem Tage waren dieselben einige Stunden lang dem vom Spiegel reflektierten Sonnenlichte ausgesetzt. Schon nach zwei Tagen waren auf den zenithwärts gekehrten Schattenseiten mehr oder minder zahlreiche Rhizoiden hervorgewachsen. Viele von ihnen befanden sich erst im papillösen Anfangsstadium. Die Untersuchung dieser Rhizoidanlagen ergab nun folgendes: In den Papillen befand sich nur sehr feinkörniges Plasma,

[1] G. Haberlandt, Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen, Jena 1887.

häufig, aber nicht immer, mit einigen wenigen, der Wand anliegenden Stärkekörnern. Der Plasmaklumpen mit Kern und Stärke lag meist auf der physikalisch unteren, also der an das Wasser angrenzenden Außenwand, nicht selten auch an den unteren Teilen der Bauchwand. In allen Fällen war also zunächst ein Herabsinken des Plasmaklumpens erfolgt. Werden die Papillen etwas länger, so wandert der Plasmaklumpen mit seinen Einschlüssen aufwärts und dringt allmählich in das junge Rhizoid ein. Diese Einwanderung erfolgt aber später als dann, wenn das Auswachsen der Rhizoiden durch den Einfluß der Schwerkraft bewirkt wird.

Aus diesen Beobachtungen geht klar hervor, daß bei dem auf dem Einfluß des Lichtes beruhenden Auswachsen der Rhizoiden in ihren Initialen eine analoge Umlagerung des Zellinhaltes, wie bei der Entstehung der Rhizoiden unter dem Einfluß der Schwerkraft, vorerst nicht stattfindet. Es kommt nicht etwa zunächst zu einer phototaktischen Wanderung des Plasmaklumpens mit seinen Einschlüssen auf die Schattenseite der Initiale; er folgt vielmehr so wie sonst, zunächst dem Zug der Schwere, sinkt in den physikalisch unteren Teil der Initiale hinab, indes die von ihm entfernte obere Außenwand sich vorstülpt und zur Rhizoidanlage wird. Erst später dringt der Plasmaklumpen mit Kern und Stärkekörnern in das junge Rhizoid ein, wobei dahingestellt bleiben muß, ob diese Aufwärtswanderung auf negativer Phototaxis beruht, oder ob es sich um eine Bewegung handelt, die durch das Wachstum des Rhizoides ausgelöst und gelenkt wird. Letzteres ist wohl wahrscheinlicher.

Es hat sich also herausgestellt, daß bei dem unter dem Einfluß des Lichtes vor sich gehenden Auswachsen der Außenwand einer Rhizoidinitiale ihre unmittelbare Berührung mit einer größeren Plasmamenge ebensowenig notwendig ist wie die unmittelbare Nähe des Zellkernes[1]. Man darf daraus schließen, daß, wenn das Auswachsen der Rhizoiden unter dem Einfluß der Schwerkraft erfolgt, die Notwendigkeit der einseitigen Plasmaansammlung nicht darauf beruht, daß dadurch eine bessere Ernährung oder eine stärkere chemische Reizung der Plasmahaut be-

[1] In welcher Weise das Licht die Außenwände der Initialen auf der Schattenseite der Brutknospe zur Rhizoidbildung zwingt, ist schon deshalb gänzlich ungewiß, weil ja nicht einmal feststeht, ob die Perzeption des Intensitätsabfalls des Lichtes oder der Lichtrichtung in den Initialen selbst vor sich geht oder ob es andere Zellen der Brutknospe sind, die als Perzeptionsorgane fungieren. Soviel ist aber sicher, daß, wenn Licht und Schwerkraft antagonistisch wirken, wie bei Beleuchtung der Brutknospen von unten, durch das Licht eine Umstimmung in den Rhizoidinitialen herbeigeführt wird, die zur Folge hat, daß die Ansammlung des Protoplasmas mit seinen Einschlüssen auf den unteren Wänden reaktionslos bleibt.

wirkt wird, die der sich vorstülpenden Außenwand anliegt; daß sie ferner auch nicht darauf beruht, daß dadurch der Zellkern in die nächste Nähe der Außenwand gebracht wird. Es bleibt sonach nur die dritte der oben angegebenen Möglichkeiten übrig, daß es der Druck der Plasmaansammlung mit ihren Einschlüssen, dem Zellkern und den Stärkekörnern, ist, der das Auswachsen der Außenwand zum Rhizoid auslöst. Damit ist das Prinzip der Statolithentheorie des Geotropismus auf das Gebiet der »Barymorphosen« übertragen.

Es fragt sich nun, ob der Druck des sich einseitig ansammelnden Plasmas hinreicht, um die Reizreaktion auszulösen oder ob dazu der Druck der Stärkekörner unentbehrlich ist. Es wurde zunächst versucht, die Rhizoidinitialen dadurch zu entstärken, daß man die Brutknospen auf Diastaselösungen schwimmen ließ. Diese Versuche blieben erfolglos, die Stärke wurde nicht aufgelöst. Ich sah deshalb von der Verwendung von Brutknospen zur Entscheidung der aufgeworfenen Frage ganz ab und benutzte zu den weiteren Versuchen wachsende Thallussprosse von schlanker, bandförmiger Gestalt, wie man sie bei entsprechender Kultur aus Brutknospen leicht heranziehen kann. Auch kräftige Pflanzen von gedrungener Form wachsen bei schwächerer Beleuchtung zu schlanken Thallussprossen aus, die sich bei einseitig schrägem Lichteinfalle gewöhnlich aufrichten und eine transversalheliotropische Stellung einnehmen.

Die Rhizoidinitialen dieser Thallussprosse sind leicht erkennbar; sie fallen sofort durch ihren Plasmareichtum und ihre großen Zellkerne auf. Dagegen enthalten sie, soweit ich beobachtet habe, unter den gewöhnlichen Ernährungsbedingungen niemals Stärke[1]. Sie sind parallel zur Längsachse des Sprosses ziemlich stark gestreckt; ihre Länge übertrifft oft um das Dreifache den Querdurchmesser.

Untersucht man die Rhizoidinitialen eines in vollkommen horizontaler Lage gewachsenen Thallussprosses, so findet man, daß das Protoplasma ziemlich gleichmäßig verteilt ist und einen ringsum annähernd gleich dicken Wandbeleg bildet. Nicht selten durchziehen Plasmastränge den Zellsaftraum. Der Kern liegt gewöhnlich in der Mitte der der Symmetrieebene des Thallus zugekehrten (antiklinen) Längswand der Initiale (Fig. 13, A, B). Oft ist er aber auch gegen das basiskope Ende der Zelle zu verschoben (Fig. 13, C) und liegt manchmal ganz in diesem. Dieser Verteilung des Protoplasmas und Lage des Zellkernes entspricht die Insertionsstelle der Rhizoiden. Sie entspringen meist der Mitte der Initialen, häufig aber auch ihrem basi-

[1] Schon Benecke (a. a. O. S. 28) hat darauf aufmerksam gemacht.

skopen Ende (Fig. 14). Eine gewisse Tendenz, die Rhizoiden am basalen Ende der Initialen entstehen zu lassen, ist unverkennbar.

Die gleichen Erscheinungen lassen sich an Thalluslappen beobachten, die sich nach mehrwöchiger Rotation von *Lunularia*-Pflänzchen um die horizontale Achse des Klinostaten entwickelt haben. Die schmalen Lappen rollen sich dabei, wie schon CZAPEK[1] bei *Marchantia* festgestellt hat, vom Rande her röhrig ein, doch kam es in meinen Kulturen niemals zur Bildung geschlossener Röhren. Ihre Außenseite stellt die Bauchseite dar und weist spärliche Rhizoidinitialen und Rhizoiden auf. Erstere sind auffallend lang gestreckt; ihr Plasma ist gleichmäßig verteilt, der Zellkern liegt in der Mitte, oder er ist gegen das basale Zellende zu verschoben. Die Rhizoiden entspringen dementsprechend der Zellmitte oder der basalen Zellhälfte.

Bei der Untersuchung von Thallussprossen, die schrägaufwärts wachsen, wobei sie bei entsprechendem Lichteinfall eine fast vertikale Stellung einnehmen können, zeigt sich, daß in den Rhizoidinitialen die Hauptmasse des Protoplasmas sich ausnahmslos in den basiskopen, physikalisch unteren Enden angesammelt hat (Fig. 15). Hier liegt auch der Zellkern, doch stets im oberen Teil der Plasmaansammlung und nie der unteren Querwand angeschmiegt. Dementsprechend entstehen die Rhizoiden stets am basalen Ende der Initialen.

Daß zwischen dieser einseitigen Lagerung des Protoplasmas und dem Entstehungsorte der Rhizoiden ein kausaler Zusammenhang besteht, kann wieder nur durch Umkehrungsversuche erwiesen werden. Stellt man einen Thallussproß, der schräg oder nahezu vertikal aufwärts gewachsen war, invers, mit dem Scheitel nach unten zu auf, so findet man, daß sich in den Rhizoidinitialen eine Umlagerung des Plasmas vollzieht. Die basale Plasmaansammlung mit dem Zellkern, die jetzt zu Beginn des Versuchs oben liegt, gleitet langsam abwärts, so daß nach längstens drei Tagen die Plasmaansammlung in dem nunmehr physikalisch unteren, akroskopen Ende der Initialen zu finden ist. In einem dieser Versuche wurden 32 Initialen beobachtet. Zwei Tage nach der Umkehrung befand sich die Plasmaansammlung mit dem Zellkern in 20 Initialen schon ganz im unteren, akroskopen Zellende, in 10 Initialen lag der Kern noch ungefähr in der Mitte, doch war der Plasmabeleg der unteren Querwand schon ansehnlich dicker als seitlich und oben (Fig. 16), und in 2 Initialen lag der Kern noch im oberen, basiskopen Teile der Zelle. Die Beobachtung, daß bei der

[1] FR. CZAPEK, Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen, Jahrb. f. wiss. Bot. 42. Bd., S. 261.

Umlagerung das Cytoplasma dem Kerne vorauseilt, habe ich auch sonst häufig gemacht. Ferner ließ sich feststellen, daß in den jüngeren Initialen die Umlagerung rascher vor sich geht als in älteren.

Auch das stärkefreie Protoplasma der Rhizoidinitialen der Thallussprosse folgt also dem Zug der Schwere und sinkt samt den Zellkernen bei normal aufrechter wie bei inverser Stellung der Sprosse auf die physikalisch unteren Zellwände hinab. Daß bei normal aufrechter (schräger oder vertikaler Stellung) des Thallussprosses die Rhizoiden an den unteren, basiskopen Enden der Initialen entstehen, ist schon erwähnt worden. Es fragt sich jetzt, ob auch bei inverser Stellung des Thallus die Rhizoiden dort entstehen, wo sich die Plasmaansammlung befindet, d. i. an den unteren, akroskopen Enden der Initialen. Die Versuche, die zur Beantwortung dieser Frage angestellt wurden, blieben eine Zeitlang erfolglos, da es nicht gelang, die Initialen zum Auswachsen zu veranlassen. Auch störte der Umstand, daß die Scheitelregion der invers aufgestellten Sprosse sich in der Regel sehr bald aufwärts krümmte. Ein positives Ergebnis wurde schließlich bei folgender Versuchsanstellung erzielt: Die Thallussprosse wurden zwischen zwei Objektträger geklemmt, die man in einer genügend hohen Petrischale so fixierte, daß die Oberseiten der Sprosse gegen das Fenster gekehrt waren. Die Beleuchtung erfolgte mittels eines Spiegels schräg von unten. Das Auswachsen der Rhizoidinitialen wurde dadurch erzwungen, daß dem Leitungswasser, das den Boden der Petrischale etwa 3 mm hoch bedeckte und in das auch die Scheitelpartien der inversen Thallussprosse tauchten, 1 Prozent Traubenzucker zugesetzt wurde. Schon Benecke hat nämlich gefunden (a. a. O. S. 29), daß in einer Traubenzuckerlösung »auch die nahe dem Vegetationspunkt gelegenen Rhizoidinitialen mächtig austreiben«. Um ein vorzeitiges Auswachsen der Rhizoiden zu verhindern, ließ man die Scheitelregion der inversen Thallussprosse zunächst in gewöhnliches Leitungswasser tauchen; erst am zweiten Tage, als die Umlagerung des Protoplasmas in den Initialen voraussichtlich schon mehr oder minder vollständig erfolgt war, wurde das Leitungswasser durch die Zuckerlösung ersetzt. Nach zwei Tagen waren in manchen Sprossen fast alle Initialen zu glattwandigen Rhizoiden ausgewachsen; sie entstanden in den stärker gestreckten Initialen immer dort, wo sich die Plasmaansammlung befand, also an den physikalisch unteren, akroskopen Zellenden (Fig. 17, 18). Nur bei kurzen Initialen befand sich die Insertionsstelle des Rhizoids ungefähr in der Zellmitte.

Das Ergebnis dieser Umkehrungsversuche lehrt also, daß auch bei den Thallussprossen die durch die Schwerkraft verursachte einseitige Lagerung des Protoplasmas in den Rhizoidinitialen den Ort der

Anlage der Rhizoiden kausal bestimmt. Der Experimentator hat es in der Hand, die Rhizoiden am basiskopen oder akroskopen Ende der Initialen auswachsen zu lassen. Allerdings ist, wie die horizontal oder am Klinostaten gewachsenen Sprosse lehren, eine gewisse Tendenz vorhanden, die Rhizoiden aus den basiskopen Zellhälften oder Zellenden entspringen zu lassen, allein diese den Initialen inhärente Polarität, von deren mutmaßlicher Entstehung noch die Rede sein wird, ist noch nicht so gefestigt, daß sie von der Schwerkraft nicht mehr beeinflußt und unwirksam gemacht werden könnte.

Die oben aufgeworfene Frage, ob der Druck der Plasmaansammlung auf die Plasmahaut ausreicht, um das Flächenwachstum der anliegenden Zellwand und somit die Rhizoidbildung auszulösen, oder ob dazu auch der Druck der Stärkekörner notwendig ist, konnte bei der normal aufrechten Stellung der Thallussprosse im ersteren Sinne bejaht werden. In den basiskopen Plasmaansammlungen befinden sich ja keine Stärkekörner. Anders liegt die Sache bei den invers aufgestellten Sprossen, deren Initialen nur durch Zufuhr von Traubenzucker zur Rhizoidbildung veranlaßt werden konnten. Durch diese Art der Ernährung kam es nämlich in den Rhizoidinitialen schon vor ihrem Auswachsen zu reichlicher Stärkebildung. Die einzelnen Stärkekörner waren ungefähr von der gleichen Größe wie in den Initialen der Brutknospen. Es läßt sich also bei der Inversstellung der Sprosse nicht feststellen, ob der Druck der Stärkekörner zum Auswachsen der Rhizoiden notwendig ist oder nicht. Fast möchte man ersteres annehmen, da in Leitungswasser oder in Knopscher Nährlösung das Auswachsen der Rhizoiden unterbleibt. Daraus wäre zu folgern, daß die Plasmahaut im basiskopen Teil der Initiale für Druck empfindlicher ist als im akroskopen Teile. Damit würde die obenerwähnte Neigung übereinstimmen, die Rhizoiden an horizontal gelagerten Thallussprossen am basiskopen Ende entstehen zu lassen. Dies kann nicht überraschen, da unter den natürlichen Wachstumsbedingungen die Thallussprosse, wenn sie nicht horizontal wachsen, fast immer schrägaufwärts stehen und nur ausnahmsweise den Scheitel abwärtskehren. Die basiskopen Enden der Rhizoidinitialen stellen demnach weit häufiger die physikalisch unteren Enden dar, in denen sich das Plasma ansammelt, als die akroskopen Enden. Da erscheint es begreiflich, daß sich im Laufe der phylogenetischen Entwicklung in den basiskopen Enden der Rhizoidinitialen eine größere Empfindlichkeit der Plasmahaut für Druckwirkungen entwickelt hat als in den akroskopen[1].

---

[1] Vgl. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl. II. Band, S. 124.

Bei den Initialen der Brutknospen von *Lunularia* wachsen unter dem Einfluß der Schwerkraft dieselben Wandpartien zu Rhizoiden aus, auf denen die Plasmaansammlungen mit ihren Stärkekörnern liegen. Die Plasmahaut, die den Reiz empfängt, führt auch die Reizreaktion aus, indem sie das Flächenwachstum der Zellwand veranlaßt. In den Initialen der vertikal stehenden Thallussprosse lastet die Plasmaansammlung hauptsächlich auf den unteren Querwänden, die senkrecht zur Organoberfläche orientiert sind und nicht zu Rhizoiden auswachsen. Die an sie angrenzenden Partien der Außenwände sind es vielmehr, die sich vorstülpen und zu Rhizoiden werden. Die Plasmahaut dieser Wandpartien wird zwar auch gedrückt, aber in geringerem Maße als die der unteren Querwände. Man wird daher annehmen dürfen, daß in den Thallusinitialen wenigstens teilweise eine räumliche Sonderung zwischen den Orten der Perzeption und der Reaktion gegeben ist.

Bei *Marchantia polymorpha* treten die Rhizoidinitialen bekanntlich auf beiden Seiten der Brutknospen auf und besitzen nur eine freie Außenwand, die eventuell zu einem Wurzelhaar auswachsen kann. Nach vorausgegangener Rotation der Brutbecher tragenden Thallussprosse am Klinostaten findet man, daß das Protoplasma in den Rhizoidinitialen ziemlich gleichmäßig verteilt ist. Es bildet einen an den Seitenwänden und an der Außenwand mehr oder minder dicken Beleg; an der Innenwand ist eine etwas stärkere Plasmaansammlung vorhanden, in der auch der Zellkern liegt. Er ist der Innenwand angeschmiegt und von kleinen Stärkekörnern umgeben, die rundlich oder kurz-stäbchenförmig sind (Fig. 19). Vereinzelte Stärkekörner finden sich auch in den übrigen Teilen des Plasmakörpers. Die Verteilung des Protoplasmas mit seinen Einschlüssen ist also bei *Marchantia* eine analoge wie bei *Lunularia*, nur ist sie weniger scharf ausgeprägt. Namentlich ist der Stärkegehalt der Initialen ein geringerer. Übrigens ist zu betonen, daß die Plasma- und Stärkemenge der Initialen ziemlich starken Schwankungen unterworfen ist, die anscheinend mit den allgemeinen Wachstumsbedingungen der Thallussprosse und auch mit dem Alter der Brutknospen zusammenhängen.

Wenn man *Marchantia*-Brutknospen auf horizontalem Substrat — nassem Filterpapier — aussät und die Initialen der Unterseite nach 24 Stunden untersucht (Temperatur 19—20°), so findet man, daß der Plasmabeleg der Außenwände, die die physikalisch unteren Wände darstellen, dicker geworden ist und eine Anzahl von Stärkekörnern enthält. Der Zellkern liegt noch der Innenwand an, oder er hat sich von dieser schon abgelöst und wandert nun gleichfalls gegen die

untenliegende Außenwand zu (Fig. 20). Auch bei *Marchantia* geht also dem Auswachsen der Rhizoiden unter dem Einflusse der Schwerkraft eine ähnliche Umlagerung des Zellinhalts der Initialen voraus, wie bei *Lunularia*, nur sind diese Umlagerungen weniger auffällig und lassen sich nicht so leicht beobachten.

Wenn die Perzeption des barymorphotische Vorgänge auslösenden Schwerkraftreizes in den Rhizoidinitialen von *Lunularia* und *Marchantia* durch einseitige Plasma- und Stärkeansammlungen vermittelt wird, so wäre nun zu erwarten, daß auch die Perzeption des zu geotropischen Krümmungen der Rhizoiden führenden Schwerkraftreizes in gleicher Weise zustande kommt. Nach den Beobachtungen BISCHOFFS, die ich bestätigen kann, verschwindet die in den jungen Rhizoiden vorhandene Stärke allmählich; in älteren, aber noch wachstumsfähigen Rhizoiden ist die Stärke vollkommen verbraucht, ihre geotropische Krümmungsfähigkeit aber noch nicht erloschen. Die Perzeption des Schwerkraftreizes erfolgt also nicht durch Vermittlung von Statolithenstärke. Da, wie von mir gezeigt worden ist[1], die Rhizoiden von *Marchantia* und *Lunularia* ein streng lokalisiertes Spitzenwachstum zeigen und die sich geotropisch abwärts krümmende Partie des Rhizoids stets dem durch sein Spitzenwachstum neu hinzukommenden Teile angehört, so muß der Ort der Geoperzeption in der plasmaerfüllten äußersten Spitze des Rhizoides gelegen sein. Es liegt nun nahe, anzunehmen, daß sich die Sache hier ähnlich verhält wie in den gestreckten Rhizoidinitialen der Thalluslappen von *Lunularia*, deren Plasmaansammlungen in den physikalisch unteren Zellenden ja gleichfalls stärkefrei sind. Der Druck der mikrosomenreichen Plasmaansammlungen in den horizontal oder schräg gelagerten Rhizoiden auf die unteren Plasmahäute der Rhizoidenenden könnte ganz gut zur Perzeption des Schwerkraftreizes führen. Daß eventuell auch »Mikrosomen« als Statolithen fungieren können, habe ich mit Rücksicht auf die Rhizoiden von *Marchantia polymorpha* bereits in meiner ersten Mitteilung[2] über die Statolithentheorie als möglich hingestellt.

Künftigen Untersuchungen bleibt es vorbehalten, festzustellen, ob auch bei anderen Pflanzen barymorphotische Reizwirkungen auf Plasma- und Stärkeumlagerungen zurückführbar sind, die durch die

[1] G. HABERLANDT, Über das Längenwachstum und den Geotropismus der Rhizoiden von *Marchantia* und *Lunularia*, Österr. bot. Zeitschrift 1889.

[2] G. HABERLANDT, Über die Perzeption des geotropischen Reizes, Berichte der Deutsch. bot. Gesellsch. 1900, S. 272.

Schwerkraft bewirkt werden. Schon vor langen Jahren hat Kny (a. a. O. S. 12) die Vermutung ausgesprochen, daß für die Auswahl des Entstehungsortes der Wurzelhaare an den Prothallien von *Ceratopteris thalictroides* die Schwerkraft bestimmend mitwirkt, und daß Plasmaansammlungen dabei eine Rolle spielen. Eine experimentelle Prüfung dieser Vermutung hat Kny allerdings nicht vorgenommen. Dagegen hat Leitgeb[1] gezeigt, daß auf einer Nährlösung schwimmende und von unten beleuchtete Prothallien des genannten Farnes an den vertikal nach abwärts wachsenden bandförmigen Prothalliumteilen reichlich Rhizoiden bilden, die aber »wie bei den normal gezogenen Prothallien fast immer aus dem basiskopen Ende der Zelle ihren Ursprung nehmen und dann aufwärts wachsen«; Leitgeb schließt daraus, daß »der Ort ihrer Anlage in der Zelle nicht durch die Schwerkraft beeinflußt ist«. Eine Nachuntersuchung wäre aus dem Grunde am Platze, weil Leitgeb die Lagerungsverhältnisse des Protoplasmas in den Rhizoidinitialen nicht berücksichtigt hat.

Bei den Wurzeln der Phanerogamen wachsen die Wurzelhaare häufig, bei vielen Pflanzen ganz regelmäßig, an dem der Wurzelspitze zugekehrten Ende der Absorptionszellen aus. Obgleich es sich hier um eine erblich fixierte, durch äußere Umstände nicht mehr beeinflußbare Polarität der Absorptionszellen zu handeln scheint, so würde es sich doch verlohnen, die Entstehung der Wurzelhaare von den in dieser Arbeit berücksichtigten Gesichtspunkten aus einer experimentellen Bearbeitung zu unterziehen.

Schließlich wird noch die Frage aufzuwerfen sein, ob auch für jene Barymorphosen, die in der Entstehung und Förderung der Knospen auf der Oberseite, der Wurzeln auf der Unterseite horizontal gelegter Zweige bestehen, hinsichtlich der Perzeption des Schwerkraftreizes der Grundgedanke der Statholitentheorie seine Gültigkeit besitzt.

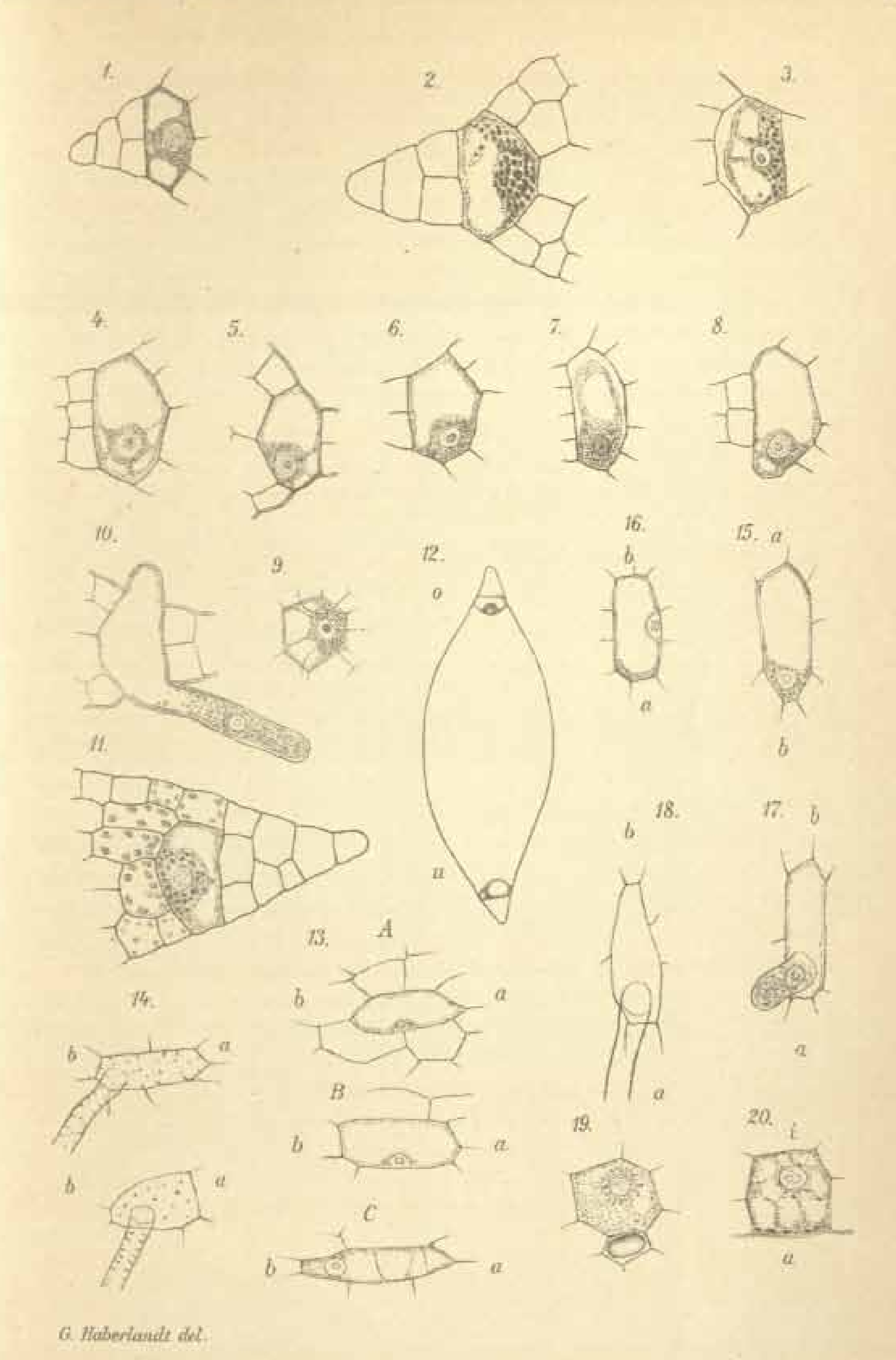
Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren 1—18 beziehen sich auf *Lunularia cruciata*, die Figur 19 und 20 auf *Marchantia polymorpha*.

Fig. 1. Querschnitt durch die Randpartie einer Brutknospe von *Lunularia* mit einer Rhizoidinitiale, nach eintägiger Rotation der Brutknospe am Klinostaten. Die Plasmaansammlung mit dem Zellkern und den Stärkekörnern liegt der Mitte der Bauchwand an. Fixierung mit 1prozentiger Chromsäure. (Grazer Material.) V. 320.

Fig. 2. Desgleichen; Fixierung und Färbung mit Jodjodkaliumlösung. (Berliner Material.)

[1] H. Leitgeb, Studien über Entwicklung der Farne, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, 80. Band, I. Abt., 1879.



G. Haberlandt del.

HABERLANDT: Zur Entwicklungsphysiologie der Rhizoiden.

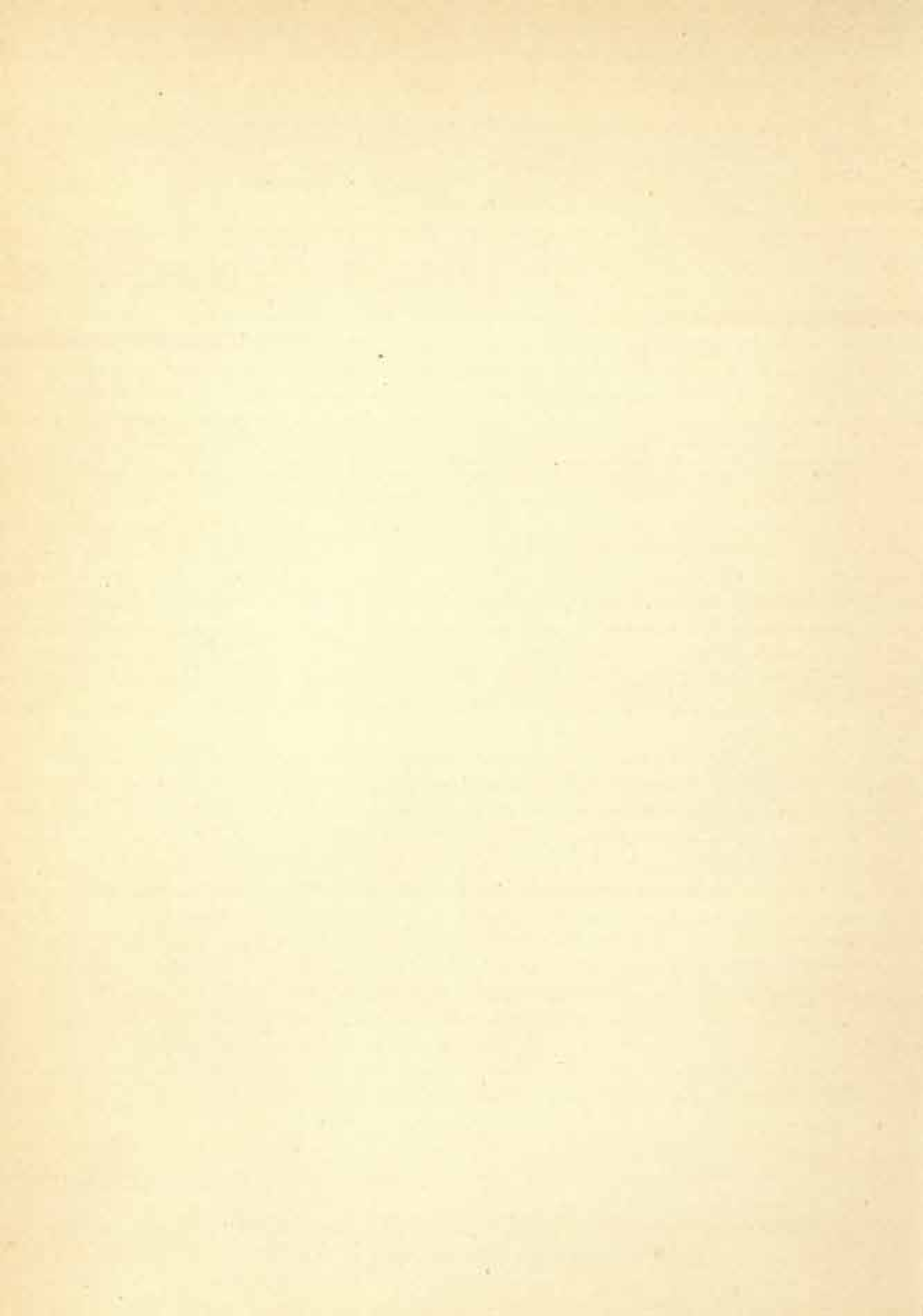


Fig. 3. Rhizoidinitiale, in der ausnahmsweise die Plasmaansammlung mit dem Zellkern und den Stärkekörnern der Rückenwand, das ist der dem Rande der Brutknospe zugekehrten Innenwand, anliegt. (Berliner Material.)

Fig. 4—7. Verschiedene Stadien der Umlagerung der Plasmaansammlung in den Rhizoidinitialen nach Aussaat der Brutknospen auf horizontalem Substrat. Die Plasmaansammlung mit den Stärkekörnern sinkt allmählich auf die physikalisch untere Außenwand. Fixierung mit 1 prozentiger Chromsäure. (Grazer Material.)

Fig. 8. Auswachsen eines Rhizoides auf der Unterseite der Brutknospe. Fixierung mit 1 prozentiger Chromsäure. (Grazer Material.)

Fig. 9. Oberflächenansicht einer Rhizoidinitiale nach eintägiger Rotation der Brutknospe am Klinostaten. Die Plasmaansammlung liegt der Bauchwand an.

Fig. 10. Ergebnis des Leitgebschen Umkehrungsversuches. (Vgl. den Text.)

Fig. 11. Querschnitt durch den Rand einer Brutknospe. Die Rhizoidinitiale ist oberseits von einer chlorophyllhaltigen Schwesterzelle bedeckt; Fixierung mit Jodjodkaliumlösung.

Fig. 12. Schematische Darstellung des Querschnittes einer vertikal gestellten Brutknospe mit zwei Rhizoidinitialen. In der oberen Initiale bleibt die Plasmaansammlung an der untersten Stelle der Bauchwand liegen; in der unteren Initiale ist die Plasmaansammlung auf die linke Außenwand hinabgeglitten. (Vgl. den Text.)

Fig. 13. Drei Rhizoidinitialen eines horizontal gelagerten Thalluslappens: *a* das akroskope, *b* das basiskope Ende der Initialen. (Berliner Material.)

Fig. 14. Ausgewachsene Zäpfchenrhizoiden eines horizontalen Thalluslappens. (Berliner Material.)

Fig. 15. Rhizoidinitiale eines aufrechten Thalluslappens; *a* akroskopes, *b* basiskopes Ende der Initiale.

Fig. 16. Rhizoidinitiale eines invers mit dem Scheitel nach abwärts gelagerten Thalluslappens; *a* akroskopes, *b* basiskopes Ende der Initiale. Die Umlagerung des Protoplasten ist nach 24 Stunden noch nicht vollständig erfolgt. Das Cytoplasma ist dem Zellkern vorausgeeilt und bildet auf der physikalisch unteren Zellwand bereits einen dicken Beleg.

Fig. 17. Entstehung eines Rhizoides am physikalisch unteren, akroskopen Ende *a* der Initiale eines invers aufgestellten Thalluslappens. (Berliner Material.)

Fig. 18. Älteres Rhizoid eines invers aufgestellten Thalluslappens; *a* akroskopes, *b* basiskopes Ende der Initiale.

Fig. 19. Oberflächenansicht einer Rhizoidinitiale der Brutknospe von *Marchantia polymorpha*. Einstellung auf den der Innenwand angelagerten Zellkern mit seinem Hofe von Stärkekörnern. (Grazer Material.)

Fig. 20. Rhizoidinitiale eines Querschnittes durch eine horizontal gelagerte Brutknospe von *Marchantia*. Der Kern hat sich von der Innenwand *i* bereits losgelöst und sinkt nach abwärts; auf der physikalisch unteren Außenwand *a* ist der Plasmabeleg dicker geworden und enthält eine Anzahl von herabgesunkenen Stärkekörnern. (Berliner Material.)

Über die Farbstoffe der Blüten und Früchte.

Von Richard Willstätter.

(Mitteilung aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem.
Vorgelegt von Hrn. Beckmann.)

Vor kurzem habe ich gemeinsam mit Arthur E. Everest[1] eine Arbeit über den Farbstoff der Kornblume veröffentlicht, in welcher ein Anthocyan in reinem kristallisierten Zustand isoliert und hinsichtlich seiner chemischen Natur beschrieben worden ist. Die Untersuchung ist nun auf eine größere Zahl von Anthocyanen ausgedehnt, und die ersten Angaben über die Konstitution derselben sind erweitert und vertieft worden.

Schon die angeführte Abhandlung hatte zu dem Ergebnis geführt, daß die Anthocyane eine Klasse, und zwar die erste, von pflanzlichen Basen bilden, deren basische Eigenschaften durch den Sauerstoff bedingt sind; er gehört dem Farbstoffmolekül in vierwertigem Zustand und in chinoider Bindung an:

$$=O-Cl\,.$$

Durch das Auftreten in den beständigen Oxoniumsalzen unterscheiden sich die Anthocyane von den gelben Pflanzenfarbstoffen, z. B. der Flavon- und Flavonolgruppe, die nur leicht dissoziierende Additionsprodukte mit Säuren liefern und die daher in der Pflanze nicht in der Form von Oxoniumsalzen vorkommen. Die Anthocyane sind in bezug auf die Funktion des Sauerstoffs Verbindungen von der Art des Phenopyryliums

O
Cl ,

welches H. Decker und Th. von Fellenberg[2] in einer grundlegenden Untersuchung beschrieben haben, und sie reihen sich mehreren Gruppen

[1] Ann. d. Chem. 401, 189 (1913).

[2] Ann. d. Chem. 356, 281 (1907) und 364, 1 (1908).

synthetisch gewonnener Farbstoffe an, welche von F. Kehrmann als Orthochinoide mit vierwertigem Sauerstoff erklärt worden sind, z. B. den Oxazinen.

Das Beispiel des Cyanins der Kornblume lehrt, mit welchen chemischen Mitteln die Variationen der Blütenfarben zustande kommen. Es handelt sich allgemein um drei Verbindungsformen. In ihren Verbindungen mit Säuren, mit Mineral- und Pflanzensäuren, sind die Anthocyane rot. Beim Neutralisieren schlägt ihre Farbe in violett um; die violette Form besitzt wahrscheinlich die Konstitution eines inneren Salzes nach Art der Phenolbetaine mit der Gruppe:

$$>C-O-O< .$$

Die Alkalisalze von manchen dieser Farbstoffe sind blau, sie sind als Metallderivate zu erklären, die sich von der neutralen violetten Form ohne Änderung der inneren Oxoniumsalzgruppe ableiten.

In orientierenden Versuchen mit verschiedenen Pflanzenstoffen hatten wir aus der Verteilung der Farbstoffe zwischen verdünnten Mineralsäuren und Amylalkohol den Schluß gezogen, daß die Anthocyane sämtlich Glukoside sind und daß sie ausschließlich als Glukoside in der Pflanze auftreten. Dieser Satz kann heute mit größerem analytischen Material bestätigt werden. Nachdem erst vor kurzem durch die Untersuchungen von E. Fischer[1] über die Gerbstoffe unsere Kenntnis von dem Vorkommen der Glukoseverbindungen in der Pflanze bedeutend erweitert worden ist, soll nun hier eine weitere Schar von Zuckerverbindungen beschrieben werden, welche in der Pflanze sehr verbreitet sind. Die bisher von uns untersuchten Vertreter dieser Gruppe von Glukosiden stehen in naher konstitutioneller Beziehung zueinander.

Das Anthocyan der Kornblume, Cyanin, zerfällt bei der Hydrolyse in zwei Mole Glukose und ein Mol der eigentlichen Farbstoffkomponente (des Anthocyanidins), das Cyanidin genannt worden ist. Dieser Verbindung ist die Formel $C_{16}H_{13}O_7Cl$ oder in der säurefreien Form $C_{16}H_{12}O_7$ zugeschrieben worden. Ich habe nun gemeinsam mit Hrn. Mallison gefunden, daß die Analyse dieses Farbsalzes durch die feste Bindung von Wasser erschwert wird und daß erst nach längerem Trocknen im Hochvakuum bei 105° zuverlässige Zahlen erhalten werden. Die Analyse des wasserfreien Cyanidinchlorides hat nunmehr zu der Formel $C_{15}H_{11}O_6Cl$ geführt.

---

[1] E. Fischer und K. Freudenberg, Ber. d. D. chem. Ges. 45, 915 und 2709 (1912) und 46, 1116 (1913). E. Fischer, Ber. d. D. chem. Ges. 46, 3353 (1913).

	Ber. für $C_{15}H_{11}O_6Cl$	Gefunden	
C	55.81	55.40	55.77
H	3.41	3.62	3.60
Cl	11.01	10.75	—

Dieses Anthocyanidin ist in der Natur sehr verbreitet.

Auch das Anthocyan der Rose (Rosa gallica) ist zufolge einer mit Hrn. Nolan ausgeführten Untersuchung ein Diglukosid dieses Cyanidins, und nach Versuchen von Hrn. Mallison ist der Farbstoff der Preiselbeere (Idäin) gleichfalls eine Zuckerverbindung desselben Cyanidins, nämlich ein Galaktosid, gebildet aus einem Mole Galaktose und einem Mole Cyanidin.

	Ber. für $C_{21}H_{21}O_{11}Cl$	Gefunden (im Mittel)
Galaktose	37.2	33.4
Cyanidinchlorid	66.6	67.5

Der Untersuchung der Anthocyane stand anfangs ihre Zersetzlichkeit im Wege. Die wäßrige, auch die alkoholische Lösung der meisten Farbstoffe dieser Gruppe verblaßt allmählich, in einigen Fällen sogar mit großer Geschwindigkeit. Es handelt sich bei dieser Erscheinung nicht, wie Botaniker und Chemiker öfters vermutet haben, um einen Reduktionsprozeß, sondern um Isomerisation, welche der Umwandlung eines Triphenylmethanfarbstoffes in sein Carbinol entspricht. Die Entfärbung läßt sich durch Zusatz gewisser Salze (Natriumchlorid, Natriumnitrat) verzögern und mit überschüssiger Säure ganz verhindern; in der entfärbten Cyanidinlösung kehrt auf Zusatz von Säure die ursprüngliche Farbe quantitativ wieder.

Nachdem wir die chemischen Eigenschaften der Anthocyane kennen gelernt hatten, gelang es, für ihre Isolierung, die von früheren Autoren mit der unzulänglichen Methode der Bleisalzfällung angestrebt worden war, gute Methoden aufzufinden. Sie beruhen auf der Bildung schwerlöslicher Oxoniumsalze. In manchen Fällen gelingt die Abscheidung besonders schön mit Hilfe von Pikrinsäure. So läßt sich der Farbstoff des Weines, zufolge einer Arbeit, die ich gemeinsam mit Hrn. Zollinger ausgeführt habe, in der Form seines schwerlöslichen Pikrates ausfällen; auch bei den Anthocyanen der Heidelbeere, der Preiselbeere, der Stockrose ist das Verfahren anwendbar.

Isolierung des Anthocyans (Önin) der Weintraube.

Die Häute dunkelblauer Weintrauben werden mit Eisessig in der Kälte extrahiert und die dunkelroten Filtrate mit Äther gefällt. Dabei entsteht ein sirupöser Niederschlag, der nach dem Waschen mit Äther in einem Überschusse von wäßriger Pikrinsäurelösung unter

kurzem Erwärmen aufgenommen wird. Beim Abkühlen kristallisiert das Pikrat in langen Prismen von schön roter Farbe aus der Flüssigkeit. Durch Umsetzen mit methylalkoholischer Salzsäure liefert es die Lösung des Chlorhydrates, das mit Äther-Petroläther ausgefällt und aus wäßrig-alkoholischer Salzsäure kristallisiert wird. Das Chlorid scheidet sich ab in Drusen käfergrünglänzender, derber Prismen.

In anderen Fällen gründet sich die Isolierung und Reinigung von Beginn an auf die Schwerlöslichkeit der salzsaueren Salze. Die Oxoniumchloride sind nämlich meistens in Wasser, oder besser in verdünnter Salzsäure, leicht löslich, aber schwer in Salzsäure von mittlerer Konzentration (z. B. von 7—15 Prozent).

Isolierung des Anthocyans (Myrtillin) der Heidelbeere (nach Versuchen des Hrn. Zollinger).

Von den Beeren verarbeitet man zweckmäßig nur die Häute, die getrocknet und gemahlen worden sind. Wir extrahierten den Farbstoff rasch unter Erwärmen mit Äthylalkohol, welcher ein Prozent Chlorwasserstoff enthielt und fällten die Lösung mit Äther. Der mit einer großen Menge farbloser Produkte vermischte Niederschlag hinterließ schon beim Aufnehmen mit Wasser sehr viel von den Verunreinigungen. Durch Versetzen unter Kühlung mit dem doppelten Gewichte konzentrierter Salzsäure wird das Chlorid annähernd rein gefällt, rein beim Wiederholen der Operation. Zur Kristallisation wird die Lösung des Farbsalzes in Holzgeist mit einem Drittel ihres Volumens an 9prozentiger Salzsäure versetzt; beim langsamen Verdunsten des Alkohols erfolgt die Ausscheidung schöner flacher Prismen.

Außer den oben angeführten Verbindungen des Cyanidins (aus Kornblume, Rose, Preiselbeere) sind die folgenden Anthocyane rein erhalten und analysiert worden:

In Versuchen des Hrn. Mieg aus Rittersporn das Delphinin, welches bei der Hydrolyse zerfällt in

2 Mole Glukose, 2 Mole p-Oxybenzoesäure, 1 Mol Delphinidin von der Formel $C_{15}H_{11}O_7Cl$.

In einer Arbeit des Hrn. Bolton aus der Scharlachpelargonienblüte das Pelargonin, welches bei der Hydrolyse liefert

2 Mole Glukose und 1 Mol Pelargonidin von der Formel $C_{15}H_{11}O_5Cl$.

Aus der Weintraube (von Hrn. Zollinger) das Önin, zufolge der Hydrolyse

ein Monoglukosid des Önidins der Zusammensetzung $C_{17}H_{15}O_7Cl$.

Dem Myrtillin der Heidelbeere liegt ein weiteres Anthocyanidin zugrunde, welches zufolge der Versuche des Hrn. Martin auch in

dem Anthocyan der Stockrose (Althaea rosea) enthalten ist, verbunden mit einem Mol Glukose.

Die Absorptionsspektra der angeführten Anthocyane sind ähnlich; sie weisen in sauerer Lösung ein breites, gegen Violett hin allmählich verflachendes Absorptionsband auf, das einen großen Teil des grünen und das blaue Gebiet einnimmt. Zur Unterscheidung der einander ähnlichen Farbstoffe war die Bestimmung des Drehungsvermögens nützlich, dessen Zahlenwerte sehr hoch sind (200—1400°). Die Bestimmung geschah bequem mit einer 1000 kerzigen $\frac{1}{2}$-Watt-Osramlampe als Lichtquelle; freilich geht bei der Anwendung des weißen Lichtes der spezifische Drehungswinkel nicht proportional mit der Schichtdicke.

Die zuckerfreien Spaltungsprodukte der Anthocyane zeigen in den wesentlichen Merkmalen Übereinstimmung; sie unterscheiden sich in der Farbe, der Löslichkeit und der Eisenchloridreaktion. Die folgende Tabelle gibt dafür einige Beispiele.

	Cyanidin	Pelargonidin	Önidin	Delphinidin
Zusammensetzung	$C_{15}H_{11}O_6Cl$	$C_{15}H_{11}O_5Cl$	$C_{17}H_{15}O_7Cl$	$C_{15}H_{11}O_7Cl$
Kristallisation .	lange Nadeln	derbe vierseitige Prismen und schwalbenschwanzförmige Zwillinge	große Prismen	Tafeln
Löslichkeit ...	in Wasser unlöslich, in Salzsäure von verschiedener Konzentration sehr schwer, in verdünnter Schwefelsäure schwer löslich	in Wasser beträchtlich löslich, in 2 prozentiger Salzsäure heiß leicht, kalt schwer, in Schwefelsäure schwer löslich	in Wasser unlöslich, in Salzsäure von verschiedener Konzentration schwer löslich	in verdünnter Salzsäure, z. B. noch in 3 bis 5 prozentiger, leicht löslich; in Schwefelsäure fast unlöslich
Farbe in Alkohol	violettstichig rot	rein rot	blaustichiger als Cyanidin, weniger blau als Delphinidin	stark blaustichig rot
Reaktion mit Eisenchlorid	in Alkohol blau, in verdünntem Alkohol violett	keine charakteristische Reaktion	keine charakteristische Reaktion	wie Cyanidin

Während sich die bisher untersuchten Anthocyane mit Ausnahme von Delphinin, das sich nicht isomerisiert, schon in der Kälte in der wäßrigen Lösung entfärben, sind die entsprechenden Anthocyanidine in der Kälte fast beständig und werden ausnahmslos in der Hitze entfärbt, indem sich das chinoide Pyronderivat in ein gewöhnliches Pyron verwandelt, dessen Äthersauerstoff keine stark basischen Eigenschaften besitzt. Die Farbe der Anthocyanidine kehrt unter der Einwirkung von Mineralsäuren auch erst beim Erwärmen zurück.

Bei der Arbeit über die Konstitution der Anthocyane haben sich die wenigen Angaben, welche die Literatur darüber bisher verzeichnet, nicht als zuverlässig erwiesen. Etwas eingehender war nur der Farbstoff der Scharlachpelargonie untersucht, über den eine Arbeit aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien von V. Grafe[1] veröffentlicht worden ist. Grafe beschreibt dieses Anthocyan in kristallisierter Form und hält es für eine zuckerfreie Verbindung; sie soll durch Zersetzung sehr leicht Protocatechusäure bilden und beim Verschmelzen mit Alkalien Brenzcatechin liefern. Dem entgegen fand ich gemeinsam mit Hrn. Bolton, daß das Pelargonin ein Glukosid ist und daß sein zuckerfreies Derivat weder zur Protocatechusäure noch zum Brenzcatechin Beziehungen aufweist.

Die Anthocyanidine stehen nach ihren empirischen Formeln den Flavonfarbstoffen sehr nahe; mit diesen stimmen sie auch im Verhalten gegen Alkalien bei höherer Temperatur überein.

In ihrer säurefreien Form sind

Cyanidin $C_{15}H_{10}O_6$
isomer mit Luteolin, Kämpferol und Fisetin; ferner

Pelargonidin $C_{15}H_{10}O_5$
isomer mit Apigenin und Galangin;

Delphinidin $C_{15}H_{10}O_7$
isomer mit Quercetin und Morin.

Pelargonidin zerfällt beim Erhitzen mit Alkali in:
Phloroglucin und p-Oxybenzoesäure;

Cyanidin in:
Phloroglucin und Protocatechusäure;

Delphinidin liefert entsprechend seinem höheren Sauerstoffgehalt:
Phloroglucin[2] und Gallussäure[3].

Bei diesen Spaltungen sind vier, fünf und sechs von den Sauerstoffatomen in den beiden aromatischen Bruchstücken aufgefunden worden; für den Pyronkern bleibt daher außer dem Äthersauerstoff nur noch ein weiteres Sauerstoffatom übrig.

---

[1] Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch., Math.-naturw. Klasse, 120, Abt. I, Juni 1911.

[2] Das Vorkommen des Phloroglucins in diesen verschiedenen Farbstoffen erklärt gut die Beobachtungen von A. Czartkowski (Sitzungsber. d. Warschauer Gesellschaft d. Wissensch. 1911, Seite 29), der die Kultur von Zweigen der Tradescantia viridis in Zuckerlösung unter Zusatz verschiedener Phenole untersucht hat. Die Anthocyanbildung wurde nur von Phloroglucin (oder von Phloridzin) gefördert, nicht von anderen mehrwertigen Phenolen; außerdem nahm die Geschwindigkeit der Anthocyanbildung mit der Konzentration der Zuckerlösung zu.

[3] Diese ist bisher noch nicht in reinem Zustand isoliert worden.

Die Mehrzahl der gelben Pflanzenfarbstoffe sind hydroxylierte β-Phenyl-Benzo-γ-pyrone, und zwar in kleinerer Zahl Flavone (I), in größerer Flavonole (II).

Das Brasilin und Hämatein enthalten den Phenylrest in anderer Stellung.

Brasilin nach Pfeiffer und nach W. H. Perkin und Robinson.

Isobrasileinchlorid[1] von J. J. Hummel und A. G. Perkin.

Den Anthocyanen nun liegt ein Pyryliumsystem zugrunde, für das nach den bisherigen Beobachtungen zwei verschiedene Möglichkeiten in Betracht kommen. Sie sind Hydroxylverbindungen, die sich entweder von einem reduzierten β-Phenyl-Benzo-γ-pyron oder einem β-Phenyl-α-pyron ableiten, also Derivate des in 1. oder 3. Stellung phenylierten Phenopyryliums von Decker:

Der Pyryliumkern muß nicht hydroxyliert sein, wie das Önidin zeigt, aber häufiger ist er hydroxyliert.

Über den Ort der Phenylgruppe läßt sich noch keine Entscheidung treffen, wahrscheinlich werden wir Verbindungen beider Typen unter den Blüten- und Fruchtfarbstoffen antreffen.

[1] Diese Formel enthält die Doppelbindungen in etwas anderer Anordnung als bei Decker und von Fellenberg (Ann. d. Chem. 364, 40 [1908]).

Demnach lassen sich für die genauer untersuchten Anthocyanidine folgende Konstitutionsformeln mit Vorbehalt hinsichtlich einiger Einzelheiten aufstellen:

Cyanidinchlorid.

Pelargonidinchlorid.

Delphinidinchlorid.

Önidinchlorid[1].

[1] Der Ort der beiden Methyle ist noch unsicher.

Die Analyse der farblosen Isoformen der Anthocyanidine hat ergeben, z. B. im Falle des Delphinidins, daß die Umlagerung der chinoiden Verbindung in die nicht chinoide unter Aufnahme eines Moleküls Wasser erfolgt, entsprechend der Gleichung:

$$C_{15}H_{11}O_7Cl + H_2O = HCl + C_{15}H_{12}O_8 \, ;$$

die farblosen Verbindungen sind also Carbinole oder Pseudobasen der Farbsalze.

Nach dieser Auffassung sollten die Anthocyanidine, insoweit in ihnen die Phenylgruppe die β-Stellung zum Carbonyl des Benzopyrons substituiert, aus den Flavonen und Flavonolen durch Reduktion und Umlagerung in eine orthochinoide Form mit vierwertigem Sauerstoff hervorgehen:

Quercetin.

$+H_2$ → ... $+HCl$ → ... $+H_2O$

Reduktionsprodukt in der roten Lösung von Hlasiwetz und Pfaundler.

Experimentell ist aber diese nahe Beziehung noch nicht in einwandfreier Weise verwirklicht worden.

Am nächsten kommt den Anthocyanidinen ein Produkt, das E. R. Watson und K. B. Sen[1] durch Einwirkung von Magnesiumäthyljodid auf den Quercetinpentamethyläther und darauffolgende Abspaltung der Methylgruppen mit Hilfe von Jodwasserstoff erhalten haben und dem sie die Formel zuweisen:

Schon die kurze Beschreibung der Verbindung von Watson und Sen läßt erkennen, daß hier eine dem Cyanidin verwandte Substanz vorliegt, wenngleich die Autoren nicht auf die Ähnlichkeit mit den Anthocyanen aufmerksam geworden sind.

Viel früher haben schon H. Hlasiwetz und L. Pfaundler[2] entdeckt, daß bei der gelinden Reduktion von Morin, ferner von Luteolin

[1] Journal of the Chemical Society 105, 389 (1914).

[2] Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch., Math.-naturw. Klasse, 50, 6 (1864).

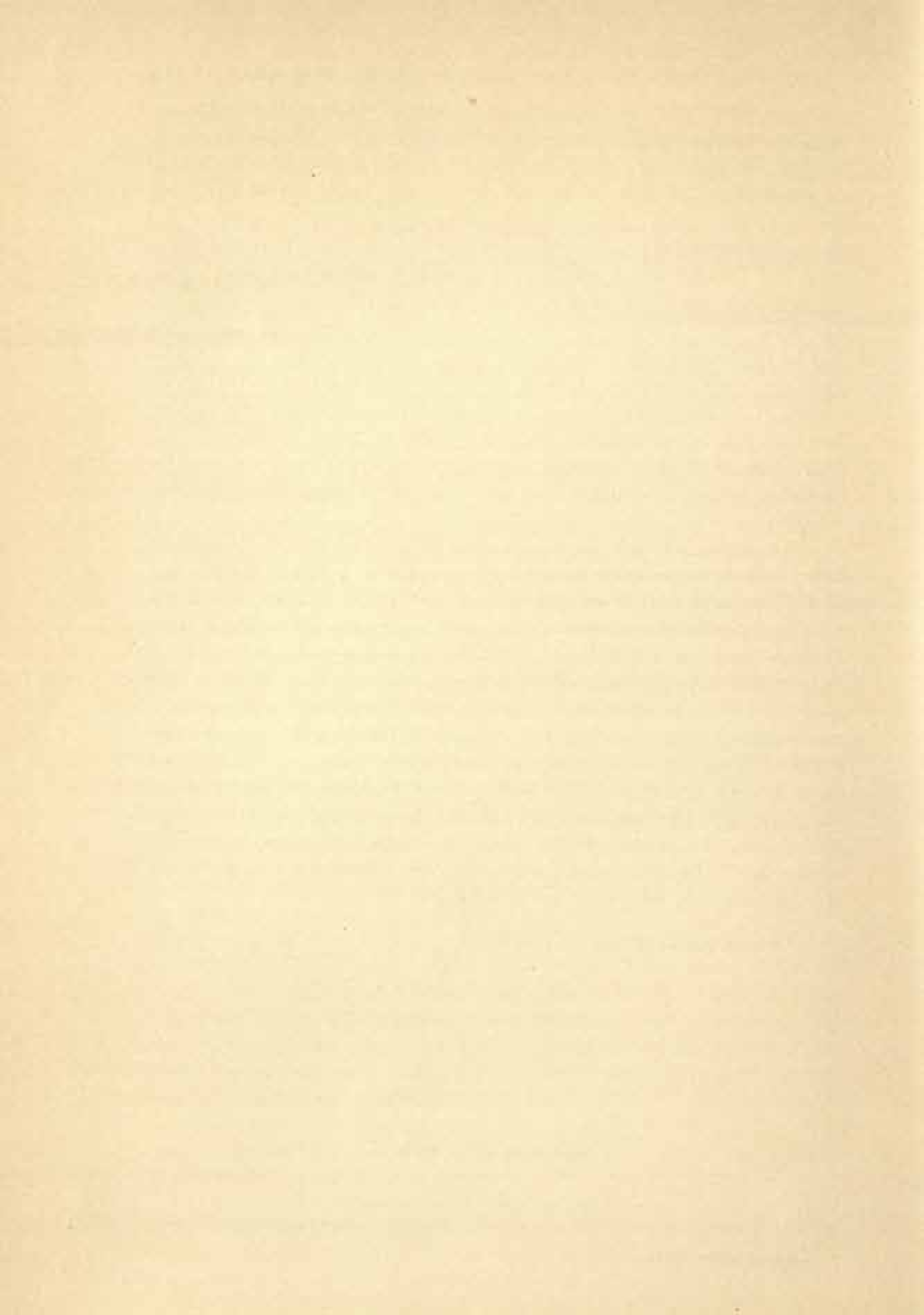
und Quercetin, mit Natriumamalgam in saurer Flüssigkeit purpurrote, anthocyanartige Lösungen entstehen. Infolge der großen Zersetzlichkeit der so gebildeten Produkte ist es bis heute nicht gelungen, sie in reiner Form zu fassen. Hlasiwetz und Pfaundler nehmen an, daß die roten Substanzen nicht Hydroverbindungen, sondern Isomere der angewandten Flavone seien. Watson und Sen glauben, aus dem Quercetin auf gleiche Weise ein Hydroquercetin erhalten zu haben; allein ihrem Reduktionsprodukt fehlen die Merkmale der Reinheit. Vor kurzem hat auch der Botaniker R. Combes[1] angegeben, allerdings ohne chemische Kennzeichnung und Analyse seiner Präparate, aus einem gelben Pigment von Ampelopsis hederacea durch Reduktion ein Anthocyan derselben Pflanze erhalten und diese Reaktion mit Wasserstoffsuperoxyd umgekehrt zu haben. Endlich hat auch Hr. A. E. Everest zufolge einer brieflichen Mitteilung sich mit der Reduktion von Quercitrin beschäftigt und aus dem Glukoside eine anthocyanähnliche Lösung erhalten.

Versuche, die ich gemeinsam mit Hrn. Mallison vorgenommen habe, führen zu einem etwas anderen Resultate. Freilich erhalten wir nach Hlasiwetz und Pfaundler aus Quercetin und Morin und anderen Flavonen bei der Reduktion schöne Lösungen von anthocyanartig roter Farbe. Die darin enthaltenen Produkte sind aber verschieden von denjenigen Anthocyanidinen, welche bisher untersucht worden sind. Sie sind nämlich sehr unbeständig; schon bei gewöhnlicher Temperatur und sogar bei Gegenwart von Mineralsäure entfärben sich die Lösungen. Die rote Farbe läßt sich mit überschüssiger oder konzentrierterer Säure nicht wieder herstellen. Es bleibt daher weiteren Untersuchungen vorbehalten, den angenommenen Zusammenhang zwischen Anthocyanen und gelben Pflanzenfarbstoffen durch wechselseitige Umwandlung zu ergänzen. Vielleicht sind die nächsten Verwandten der Flavone unter den Anthocyanen erst noch aufzufinden.

[1] Compt. rend. 157, 1002 und 1454 (1913).

Ausgegeben am 2. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



1914.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Gesammtsitzung vom 2. April.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Hellmann las: Über die Bewegung der Luft in den untersten Schichten der Atmosphäre.

Bei der Telefunkenstation nördlich von Nauen wurde vom Kgl. Meteorologischen Institut ein Anemometerversuchsfeld eingerichtet, aus dessen ersten einjährigen Registrierungen der Verfasser die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe und die Änderungen in der täglichen Periode der Geschwindigkeit ableitet. Als Normalwert für die Windgeschwindigkeit in 30 m über dem ebenen Boden ergibt sich 5.6 mps. Die Scheidung der Untersuchung nach schwachen und starken Winden führt zu der Annahme, daß die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit in den höheren Luftschichten durch die Wärmewelle erzeugt wird, die in 24 Stunden die Erde umkreist und eine Hebung der Flächen gleichen Druckes hervorruft.

*2. Hr. Hellmann las ferner: Über die Blütezeit der Astrometeorologie in Deutschland.

Eingehend erörtert wird die Prognose des Tübinger Astronomen J. Stöffler für das Jahr 1524, in dem wegen der Konjunktion von 20 Planeten im Tierkreiszeichen der Fische eine Sintflut entstehen sollte. In dem darüber entbrannten literarischen Streit haben 56 Autoren 133 Druckschriften veröffentlicht.

3. Hr. Lüders legte vor: Epigraphische Beiträge IV. Zu den Felsen- und Säulenedikten des Aśoka. (Ersch. später.)

Es werden neue Deutungen für den Schluß des dritten Felsenediktes und eine Reihe von andern schwierigen Stellen in den Inschriften vorgeschlagen.

4. Vorgelegt wurden ein Band des unter den Auspicien der Association von den Akademien zu Berlin, Kopenhagen und Leipzig in Angriff genommenen Corpus medicorum Graecorum: V 9, 1. Galeni in Hippocratis de natura hominis, in Hippocratis de victu acutorum, de diaeta Hippocratis in morbis acutis hrsg. von J. Mewaldt, G. Helmreich und J. Westenberger (Lipsiae et Berolini 1914), das von der Akademie unterstützte Werk P. V. Neugebauer, Tafeln zur astronomischen Chronologie. II (Leipzig 1914) und von Hrn. Erman das Lebensbild von Jean Pierre Erman, verfasst von W. Erman (Berlin 1914).

Seine Majestät der Kaiser und König haben geruht durch Allerhöchsten Erlass vom 16. Februar die Wahl des ordentlichen Professors der Geschichte an der Universität Berlin Geheimen Regierungsraths Dr. Otto Hintze und durch Allerhöchsten Erlass vom 2. März die Wahlen des ordentlichen Professors der Staatswissenschaften Geheimen Regierungsraths Dr. Max Sering und des ordentlichen Professors der Kunstgeschichte Dr. Adolf Goldschmidt, beide an derselben Universität, zu ordentlichen Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe zu bestätigen.

Das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Samuel Rolles Driver in Oxford ist am 26. Februar verstorben.

Über die Bewegung der Luft in den untersten Schichten der Atmosphäre.

Von G. HELLMANN.

Erste Mitteilung.

1.

Von den durch Instrumente bestimmten meteorologischen Elementen ermangelt keines so sehr der Vergleichbarkeit von Ort zu Ort wie die Windgeschwindigkeit. Es beruht dies zum kleineren Teil auf Mängeln der Instrumente, zum weitaus größeren auf der außerordentlichen Verschiedenheit ihrer Aufstellung.

Zur Messung der Windgeschwindigkeit dient am häufigsten das Rotationsanemometer, aus dessen Angaben nicht überall in gleicher Weise die Geschwindigkeit abgeleitet wird. Einige Observatorien halten noch an der von ROBINSON gegebenen Theorie seines Schalenkreuzanemometers fest, der zufolge die Windgeschwindigkeit dreimal so groß ist wie die Drehgeschwindigkeit der rotierenden Schalenmittelpunkte, andere bedienen sich eines auf dem Rundlauf (Rotationsapparat von COMBES) experimentell ermittelten Reduktionsfaktors, der zwischen 2.0 und 2.8 zu schwanken pflegt, und ziehen außerdem eine Reibungskonstante in Betracht, so daß die Reduktionsformel die Gestalt $v = a + b \cdot w$ annimmt, wobei w die Geschwindigkeit der Schalenmittelpunkte, v die des Windes, a die Reibungs- und b die Instrumentenkonstante bedeutet.

Gegen die Methode der Konstantenbestimmung auf dem Rundlauf lassen sich aber ernste Bedenken geltend machen. Der durch die Rotation erzeugte »Mitwind« ist selbst in kreisrunden geräumigen Hallen[1]

[1] Eine solche ideale Halle mit Rundlauf gibt es meines Wissens noch nicht. Im Physikalischen Zentralobservatorium in St. Petersburg, in dem am frühesten derartige eingehende Versuche gemacht wurden, ist es ein viereckiger Instrumentensaal, bei der Deutschen Seewarte in Hamburg ein Lichthof mit säulendurchbrochenem Umgang, in Göttingen (Aerodynamische Versuchsanstalt) ein Zimmer und in Bochum (Westfälische Berggewerkschaft) ein Kellerraum, in dem in der Höhe des rotierenden Rundlaufes ein breiter Leinwandstreifen kreisrund gespannt ist.

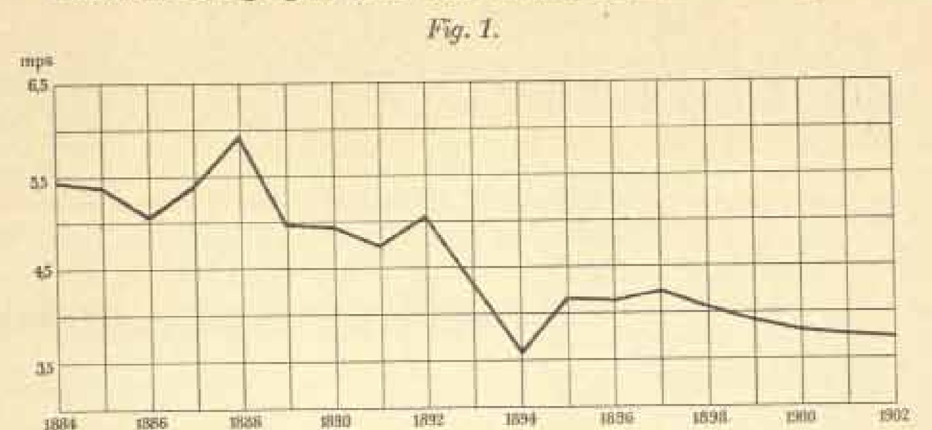
schwer genau in Rechnung zu ziehen, und bei großen Drehgeschwindigkeiten wird das am Ende der Achse aufgesetzte Anemometer durch die Zentrifugalkraft so stark nach außen gedrängt, daß es eine andere Stellung einnehmen und deshalb auch eine andere Anzahl von Umdrehungen aufweisen muß, als wenn es mit genau vertikaler Achse fest steht und vom Winde getroffen wird.

Ferner bleibt zu beachten, daß die so ermittelten Werte der Konstanten a und b durchaus nicht unveränderlich sind und von Zeit zu Zeit neu bestimmt werden müssen. Auch von dem Lager, auf dem die Rotationsachse des Instrumentes läuft, hängt viel ab. Ist eine häufigere Ölung notwendig, dann kommt ein sehr variabler Faktor, die Sorgfalt in der Wartung der Apparate, mit ins Spiel und kann allein schon große Ungleichheiten in den Angaben herbeiführen. Deshalb sind Kugellager oder Steinlager den gewöhnlichen Metallagern vorzuziehen.

Da diese rein instrumentellen Gesichtspunkte auf den verschiedenen Observatorien erfahrungsgemäß eine ungleiche Beachtung finden, müssen schon aus diesem Grunde die Angaben der Windgeschwindigkeit nicht streng vergleichbar sein. Differenzen von 10 und sogar mehr Prozent können aus solchen instrumentellen Ungleichheiten hervorgehen.

Noch viel größer aber sind die aus der verschiedenen Aufstellung der Anemometer sich ergebenden Unterschiede im Betrage der Windgeschwindigkeit. Nicht bloß die ungleiche Höhe über dem Erdboden spielt dabei eine Rolle, sondern auch die Art der Aufstellung (Dachgiebel, Plattform, Kuppel, Turm) sowie die nähere Umgebung des Instrumentes, da sie die Reibung und Stauung des Luftstromes beeinflußt. Ein Anemometer auf einem freistehenden Turm wird andere Angaben machen als ein solches, das auf einem ebenso hohen Turm mitten in einem Häusermeer steht. Wie das Anwachsen einer Großstadt in diesem Sinne einwirkt, zeigt das Verhalten des Anemographen auf dem Turm des Joachimsthalschen Gymnasiums bei Berlin. Als der Apparat im Jahre 1884 aufgestellt wurde, lag die Anstalt ganz isoliert im Feld- und Wiesenland westsüdwestlich vom Zentrum der Stadt. Infolge der allmählichen Bebauung der westlichen Vororte hat die Reibung des über die Häusermassen streichenden Luftstroms so zugenommen, daß die vom Apparat registrierte Windgeschwindigkeit um rund 25 Prozent abgenommen hat. Die graphische Darstellung in Fig. 1 veranschaulicht dies am besten. Einige der großen meteorologischen Observatorien liegen so frei, daß sie eine derartige Beeinflussung auf lange Zeit hinaus kaum zu befürchten haben, aber vergleichbare Angaben der Windgeschwindigkeit liefern sie deshalb doch

Fig. 1.



Abnahme der Windgeschwindigkeit infolge vermehrter Reibung
durch die anwachsende Häusermasse Groß-Berlins.

nicht, weil Höhe und Art der Aufstellung ihrer Anemometer verschieden sind. Wirklich vergleichbare Werte würden erst dann gewonnen werden, wenn man eine Art von Normalanemometer-Stationen einrichtete, d. h. wenn man in freiem Gelände, wo eine Veränderung der Umgebung durch Bebauung, Wald- und Feldkultur usw. nicht zu erwarten wäre, gleichartige geprüfte Anemometer in gleicher Höhe über dem Erdboden auf leichten und doch genügend stabilen Gerüsten aufstellen würde.

Es war daher schon lange mein Wunsch, in der Nähe von Berlin eine derartige Anemometerstation zu erhalten und an ihr zugleich Versuche über den Einfluß der Höhe der Instrumente über dem Erdboden auf die Größe der Windgeschwindigkeit, ihre tägliche und jährliche Periode usw. zu machen, um auch Anhaltspunkte dafür zu gewinnen, in welcher Höhe die Anemometer an solchen Normalanemometer-Stationen zweckmäßig anzubringen wären.

So eben im allgemeinen die weitere Umgebung von Berlin ist, so war es doch nicht leicht, ein geeignetes Terrain zu finden, das allen Bedingungen entspricht. Schließlich erwies sich das Bruchland nordwestlich von Berlin dazu am geeignetsten, und da die Station der Telefunkengesellschaft nördlich von Nauen auch das zur regelmäßigen Überwachung der Registrierapparate nötige Personal besaß, habe ich mit freundlicher Erlaubnis der genannten Gesellschaft das Anemometerversuchsfeld daselbst eingerichtet.

In dem nordwestlich von der Telefunkenstation gelegenen ebenen Wiesengelände, 305 m von den niedrigen Gebäuden entfernt, wurden Anemometer in 2, 16 und 32 m Höhe über dem Boden aufgestellt, und zwar nach einem von der genannten Gesellschaft erprobten System einfachen Gerüstbaues: kräftige Holzleitern werden zu einem senkrecht-

stehenden dreiseitigen Prisma zusammengefügt und durch Drähte seitlich verankert. Diese durchbrochenen und dabei genügend stabilen Gerüste setzen dem Luftstrom nur ein geringes Hindernis entgegen und verursachen deshalb eine minimale Stauung und Auftriebbewegung. Der Abstand der drei Anemometer voneinander beträgt (2)—(16) = 47 m, (2)—(32) = 122 m und (16)—(32) = 120 m, so daß also eine gegenseitige Beeinflussung ausgeschlossen ist.

Die geringe Höhe des einen Anemometers von nur 2 m wählte ich, um einmal festzustellen, wie groß die Bewegung der Luft in derjenigen untersten Schicht der Atmosphäre ist, in der sich ungefähr die Köpfe der Menschen und vieler Tiere befinden; denn aus den Angaben der gewöhnlich viel höher aufgestellten Anemometer unserer Stationen läßt sich diese Größe nicht ohne weiteres berechnen. In einigen Metern Abstand vom 2-m-Anemometer wurde Draht ringsum dasselbe gespannt, um das auf der Wiese bisweilen weidende Vieh abzuhalten, da es, namentlich wenn es auf der Luvseite steht, die Reibung und Stauung des Luftstromes für dieses niedrig stehende Anemometer vermehren könnte.

Die drei elektrisch registrierenden Anemometer haben gleiche Konstruktion. Der Stabilität wegen sind die Arme der Schalenkreuze verhältnismäßig kurz (106 mm) im Vergleich mit dem Durchmesser der Schalen (41 mm). Alle drei Apparate geben einen Kontakt nach je 500 m Windweg und schreiben mit verschiedenfarbigen Tinten auf einem und demselben Chronographen, der sich im Wohnhaus des Stationsinspektors befindet und durch ein in die Erde gebettetes Kabel mit den Aufnahmeapparaten verbunden ist. Die Konstanten der Schalenkreuze wurden vorher auf dem Rundlauf bestimmt, ferner durch Vergleichsmessungen auf dem Turm des Potsdamer Observatoriums nachgeprüft. Außerdem ließ ich auf dem Dache des Inspektorhauses eine mechanisch registrierende Windfahne aufstellen.

Die ständige Überwachung und Auswertung der Registrierungen der genannten Instrumente, die von der Firma R. Fueß in Steglitz geliefert und montiert wurden, erfolgt vom Meteorologischen Observatorium Potsdam aus.

In diesem Jahre sollen auf Türmen von 125 m und 250 m Höhe zwei weitere Anemographen aufgestellt werden.

2.

Der nun reduziert vorliegende erste Jahrgang (Dezember 1912 bis November 1913) der Windregistrierungen soll zunächst zur Untersuchung der Änderung der Windgeschwindigkeit mit der Höhe sowie der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit dienen.

Tabelle 1 enthält die Mittelwerte für die Monate und das Jahr aus streng gleichzeitigen Aufzeichnungen der drei Anemometer. Es wurden nämlich in allen den Fällen, in denen ein Anemometer eine oder mehrere Stunden nicht richtig registriert hatte, die entsprechenden Werte der beiden übrigen Instrumente nicht in Rechnung gezogen. Hinzugefügt

sind die genau korrespondierenden Werte für das Meteorologische Observatorium bei Potsdam, das 34 km südsüdöstlich von der Telefunkenstation bei Nauen liegt. Das Schalenkreuz des Potsdamer Anemographen befindet sich 8 m über der Plattform des Turmes, 41 m über dem Erdboden, rund 90 m über dem Spiegel der nahen Havel.

Tabelle 1.

Mittlere Windgeschwindigkeit in mps.

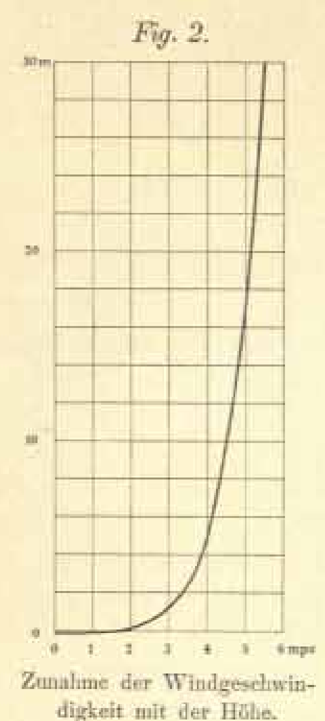
	Telefunkenstation bei Nauen			Potsdam	Verhältnis				Unterschied			
	2 m	16 m	32 m	41 m	16 m : 2 m	32 m : 2 m	32 m : 16 m	Potsdam : 32 m	16 m − 2 m	32 m − 2 m	32 m − 16 m	32 m − Potsdam
1912 Dezember (10.—31.)	4.23	6.23	7.07	6.86	1.47	1.67	1.12	0.97	2.00	2.84	0.84	0.21
1913 Januar	3.85	5.59	6.15	6.02	1.45	1.60	1.10	0.98	1.74	2.30	0.56	0.13
» Februar	3.40	5.04	5.65	5.54	1.48	1.66	1.12	0.98	1.64	2.25	0.61	0.11
» März	4.47	6.44	7.17	6.51	1.44	1.60	1.11	0.91	1.97	2.70	0.73	0.66
» April	3.50	5.05	5.60	4.99	1.44	1.60	1.11	0.89	1.55	2.10	0.55	0.61
» Mai	3.01	4.47	5.04	4.63	1.49	1.67	1.13	0.92	1.46	2.03	0.57	0.41
» Juni	2.87	4.56	5.27	4.88	1.59	1.84	1.16	0.93	1.69	2.40	0.71	0.39
» Juli	3.13	4.60	5.26	4.79	1.47	1.68	1.14	0.91	1.47	2.13	0.66	0.47
» August	2.70	4.09	4.83	4.47	1.51	1.79	1.16	0.93	1.39	2.13	0.74	0.36
» September	2.38	3.60	4.26	4.12	1.51	1.79	1.18	0.97	1.22	1.88	0.66	0.14
» Oktober	2.40	3.58	4.28	4.54	1.49	1.78	1.20	1.04	1.18	1.88	0.70	−0.26
» November (1.—20.)	3.56	5.12	5.88	5.81	1.44	1.65	1.15	0.99	1.56	2.32	0.76	0.07
Mittel	3.29	4.86	5.54	5.26	1.48	1.68	1.14	0.95	1.57	2.25	0.68	0.28

Die Reibungswiderstände, welche die strömende Luft an der Erdoberfläche findet, sowie die innere Reibung der Luft bewirken eine Abnahme der Windgeschwindigkeit von oben nach unten, die in der Nähe des Erdbodens am größten sein muß. Dementsprechend beträgt auf dem Versuchsfeld bei Nauen die Zunahme der Windgeschwindigkeit von 2 m zu 16 m im Jahresdurchschnitt 48 Prozent, während sie im Höhenintervall von 16 zu 32 m nur 14 Prozent ausmacht. Da zwar nicht an der Erdoberfläche selbst, aber ganz nahe darunter die Windgeschwindigkeit Null ist, kann durch die den Höhen — 0 m, 2 m, 16 m, 32 m entsprechenden Werte der Windgeschwindigkeit eine Kurve gezogen werden, welche die Änderung mit der Höhe am besten veranschaulicht (Fig. 2). Aus einer in größerem Maßstabe gezeichneten solchen Kurve entnehme ich folgende Werte der Windgeschwindigkeit:

Erdboden	1.35 mps	20 m	5.15 mps
5 m	4.05 »	25 »	5.33 »
10 »	4.53 »	30 »	5.50 »
15 »	4.85 »		

Unter der Annahme, daß der obere Teil der Kurve, etwa von 12 m Höhe ab, einer Parabel angehört, deren Scheitelpunkt ziemlich tief

Fig. 2.



Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe.

unter der Erdoberfläche liegt, könnte man für größere Höhen die Werte der Windgeschwindigkeit extrapolieren. Ich halte es aber für geratener, die Resultate der Registrierungen in 125 m und 250 m Höhe abzuwarten, ehe die Gestalt der Kurve näher untersucht wird.

Die Frage nach der zweckmäßigsten Höhe der Anemometeraufstellung an einer der oben definierten Normalanemometer-Stationen kann aus dem Verlauf der Kurve schon dahin beantwortet werden, daß eine Höhe von 16 m oder, wenn man eine runde Zahl vorzieht, von 15 m genügen würde, um das Instrument den größten störenden Einflüssen eines ebenen Geländes zu entziehen und um einen brauchbaren Wert für die Geschwindigkeit der strömenden Luft zu erhalten. Größere Höhen gewährleisten die letze Forderung natürlich noch besser, bringen aber so sehr gesteigerte Kosten der Aufstellung mit sich, daß man sie schon deshalb nicht empfehlen kann.

Überraschend ist im ersten Augenblick die Tatsache, daß das Anemometer in Potsdam trotz seiner hohen Stellung von 41 m über dem Boden und 90 m über der Havel eine um durchschnittlich 5 Prozent kleinere Windgeschwindigkeit anzeigt als das in 32 m Höhe bei Nauen. Da beide Instrumente untereinander genau verglichen wurden und da auch keine wesentlichen räumlichen Verschiedenheiten im Ausmaß der Luftbewegung an beiden Orten anzunehmen sind, können nur die größeren Reibungswiderstände dafür verantwortlich gemacht werden, welche die Luftströmungen an dem mit Wald bedeckten Hügelgelände des »Telegraphenberges« bei Potsdam erfahren. Wahrscheinlich wirkt auch die Stauung der Luft am Turm, obwohl das Anemometer 8 m über dessen Plattform steht, in gleichem Sinne: ein Teil der horizontalen Komponente wird in eine aufsteigende vertikale umgewandelt. Man kann annehmen, daß um die Höhe des das Observatorium umgebenden Waldes von beiläufig 15 bis 25 m die Höhe des Anemometers gleichsam erniedrigt wird. Und da dieser Wald gerade in der unmittelbaren Nähe des Observatoriums, namentlich im W, SW und E, aus Laubwald besteht, muß er im Sommer, wenn er belaubt ist, eine größere Verzögerung der Luftbewegung verursachen als im Winter. Die Zahlen in der letzten Spalte von Tabelle 1 bestätigen dies vollauf. In der sommerlichen Vegetationsperiode zeigt das Potsdamer Anemometer einen 7 bis 9 Prozent kleineren Windweg an als das 32-m-Anemo-

meter bei Nauen, während zur Winterzeit der Unterschied nur 1 bis 3 Prozent beträgt.

Einen ähnlichen Einfluß der Vegetation auf die Vermehrung der Reibung zeigt das Anemometer in 2 m Höhe. Ich hatte ihn vorausgesehen; denn ich gab die Weisung, das Gras innerhalb des um dieses Anemometer gespannten Drahtes stets kurz zu halten. Das geschah auch, aber das Gras ringsum auf der großen Wiese des Versuchsfeldes wuchs natürlich ungehindert und übte im Juni, ehe es geschnitten wurde, eine so stark vermehrte Reibung aus, daß der in 2 m Höhe registrierte Windweg um 10 Prozent kleiner ausfiel, als es sonst der Fall gewesen wäre. Auch der zweite Wuchs des Grases nach dem ersten Schnitt vermehrte wiederum die Reibung, wie aus den Verhältniszahlen 16 m zu 2 m in Tabelle 1 deutlich hervorgeht.

Eine winterliche Schneedecke, die während der Beobachtungsperiode nicht vorhanden war, würde sich in ähnlicher Weise bemerkbar machen.

Der aus den einjährigen Beobachtungen von Dezember 1912 bis November 1913 resultierende Wert der Windgeschwindigkeit in Potsdam liegt dem 20jährigen Mittelwert (5.40 mps) so nahe, daß man versucht ist, auch für die Nauener Anemometer Normalwerte abzuleiten.

Die theoretisch wie praktisch wichtige Frage nach dem räumlichen Geltungsbereich anemometrischer Angaben und nach der Möglichkeit der Reduktion auf benachbarte Stationen ist allerdings noch nicht untersucht worden; nachdem ich mich aber aus der graphischen Aufzeichnung der gleichzeitigen Tagesmittel der Windgeschwindigkeit an beiden Orten von dem nahezu parallelen Gang derselben überzeugt habe, trage ich kein Bedenken, das Jahresmittel von Nauen nach dem von Potsdam zu reduzieren. Da der Potsdamer Normalwert um 2.66 Prozent größer ist als der einjährige 1912/13, wird sich auch die Windgeschwindigkeit in 32 m Höhe auf dem Versuchsfeld um den gleichen Prozentsatz vergrößern, d. h. 5.69 mps. betragen. Dieser Wert gilt für die freie Atmosphäre in 32 m Höhe oberhalb des ebenen Bruchlandes bei Nauen. Er dürfte aber auch etwas weitere Geltung, vielleicht bis in die Gegend von Berlin, haben; denn das von mir früher für Berlin ermittelte Jahresmittel der Windgeschwindigkeit von 5.1 mps in 33.5 m Höhe ist von ungefähr demselben Betrage, wenn die durch die Aufstellung (1.7 m über der Brüstung des Turmes des Joachimsthalschen Gymnasiums) bewirkte Schwächung mit etwa 10 Prozent in Rechnung gestellt wird.

3.

Im vorigen Abschnitt wurde die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe im Jahresdurchschnitt untersucht und zugleich gezeigt, daß sie in den einzelnen Monaten nur geringe Änderungen erleidet, mit Ausnahme der alleruntersten Schicht, wo die wechselnde Beschaffenheit der Bodenoberfläche auch wechselnde Reibungswiderstände erzeugt. Dagegen ändert sich der Betrag der Windgeschwindigkeitszunahme im Laufe des Tages in nicht unerheblichem Maße, weil die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit mit zunehmender Höhe über dem Erdboden ihren Charakter in systematischer Weise allmählich ins Gegenteil von dem umwandelt, der für die bodennahen Luftschichten Geltung hat.

Tabelle 2.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit (mps) in verschiedenen Höhen.

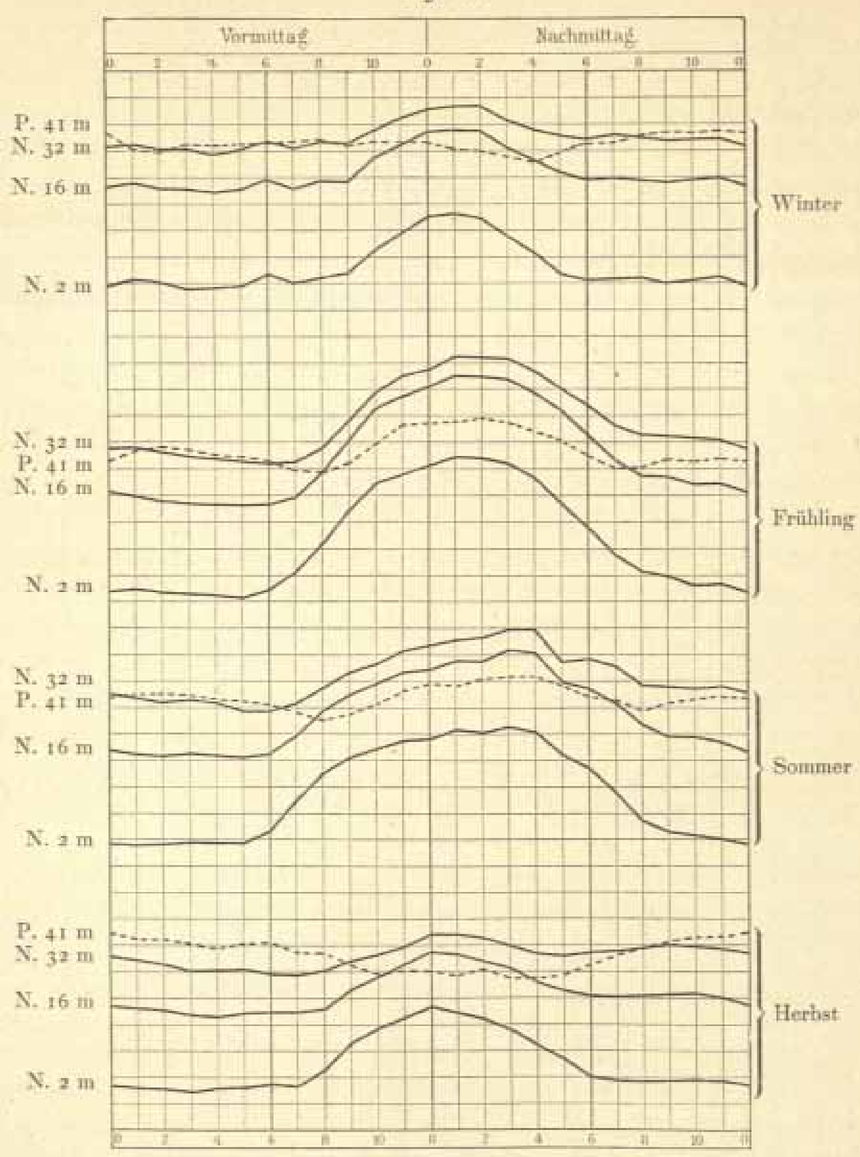
Stunde	Winter				Frühling			
	Telefunkenstation bei Nauen			Potsdam	Telefunkenstation bei Nauen			Potsdam
	2 m	16 m	32 m	41 m	2 m	16 m	32 m	41 m
0—1a	3.54	5.39	6.12	6.02	2.72	4.50	5.39	5.35
1—2	3.51	5.31	6.02	5.99	2.65	4.43	5.30	5.42
2—3	3.42*	5.28	6.02	6.13	2.63	4.38	5.24	5.37
3—4	3.43	5.23*	5.95*	6.12	2.60	4.37	5.23	5.26
4—5	3.48	5.28	6.01	6.13	2.55*	4.33*	5.17	5.24
5—6	3.66	5.48	6.19	6.15	2.71	4.33	5.13*	5.15
6—7	3.51	5.30	6.05	6.17	3.05	4.48	5.15	4.98
7—8	3.63	5.45	6.16	6.23	3.60	4.94	5.41	4.90*
8—9	3.70	5.44	6.14	6.14	4.23	5.54	5.90	5.14
9—10	4.17	5.87	6.41	6.21	4.71	6.14	6.47	5.49
10—11	4.47	6.11	6.60	6.19	4.91	6.39	6.73	5.81
11—12	4.74	6.36	6.78	6.19	5.03	6.53	6.86	5.86
12—1p	**4.78**	**6.40**	**6.82**	6.02	**5.21**	**6.78**	**7.15**	5.88
1—2	4.73	6.39	6.82	6.00	5.17	6.74	7.11	**5.96**
2—3	4.43	6.06	6.57	5.89	5.09	6.70	7.08	5.85
3—4	4.07	5.80	6.40	5.82*	4.85	6.46	6.85	5.71
4—5	3.69	5.57	6.28	6.00	4.43	6.10	6.50	5.54
5—6	3.55	5.47	6.24	6.12	3.96	5.66	6.23	5.25
6—7	3.57	5.50	6.31	6.17	3.43	5.19	5.87	5.05
7—8	3.59	5.47	6.27	6.29	3.06	4.89	5.65	5.05
8—9	3.50	5.41	6.19	6.34	2.99	4.84	5.62	5.19
9—10	3.54	5.44	6.21	6.33	2.82	4.70	5.57	5.16
10—11	3.63	5.50	6.22	**6.38**	2.82	4.71	5.52	5.22
11—12	3.48	5.34	6.08	6.34	2.67	4.52	5.38	5.16
Mittel	3.82	5.62	6.29	6.14	3.66	5.32	5.94	5.37
Max./Min.	1.40	1.22	1.15	1.10	2.04	1.57	1.39	1.22
Max.-Min.	1.36	1.17	0.87	0.56	2.66	2.45	2.02	1.06

Stunde	Sommer				Herbst			
	Telefunkenstation bei Nauen			Potsdam	Telefunkenstation bei Nauen			Potsdam
	2 m	16 m	32 m	41 m	2 m	16 m	32 m	41 m
0—1[a]	1.89*	3.60	4.69	4.73	2.33	3.83	4.73	5.13
1—2	1.91	3.57	4.59	4.76	2.32	3.77	4.63	5.11
2—3	1.98	3.66	4.64	4.74	2.25*	3.66	4.51	5.03
3—4	1.97	3.58	4.57	4.67	2.30	3.64*	4.53	4.97
4—5	1.97	3.55*	4.48	4.62	2.32	3.68	4.53	5.02
5—6	2.18	3.63	4.48*	4.54	2.39	3.70	4.48	5.05
6—7	2.74	3.96	4.55	4.42	2.35	3.70	4.46*	4.88
7—8	3.27	4.45	4.88	4.29*	2.63	3.81	4.51	4.83
8—9	3.54	4.75	5.17	4.38	3.15	4.19	4.70	4.65
9—10	3.70	4.94	5.32	4.55	3.45	4.42	4.80	4.49
10—11	3.89	5.18	5.56	4.81	3.63	4.67	4.97	4.53
11—12	3.93	5.23	5.64	4.97	**3.80**	**4.88**	5.20	4.52
12—1[p]	4.06	5.40	5.80	4.92	3.75	4.82	**5.20**	4.45
1—2	4.01	5.38	5.82	5.05	3.59	4.69	5.10	4.54
2—3	**4.14**	**5.57**	**6.00**	5.09	3.41	4.55	4.99	4.40*
3—4	4.02	5.52	6.00	**5.10**	3.09	4.31	4.84	4.41
4—5	3.60	5.00	5.39	4.95	2.77	4.12	4.79	4.47
5—6	3.36	4.88	5.45	4.73	2.50	4.01	4.84	4.65
6—7	2.92	4.58	5.29	4.63	2.48	4.01	4.88	4.85
7—8	2.36	4.20	4.97	4.46	2.45	4.05	4.95	4.98
8—9	2.14	3.95	4.91	4.60	2.44	4.08	5.01	5.06
9—10	2.05	3.95	4.90	4.69	2.48	4.09	4.99	5.19
10—11	2.01	3.83	4.93	4.73	2.46	4.01	4.97	5.20
11—12	1.90	3.67	4.77	4.70	2.35	3.84	4.77	**5.24**
Mittel	2.90	4.42	5.12	4.71	2.78	4.10	4.81	4.82
Max./Min.	2.19	1.57	1.34	1.19	1.69	1.34	1.17	1.19
Max.-Min.	2.25	2.02	1.52	0.81	1.55	1.24	0.74	0.84

Nachdem 1899 von HANN und mir nachgewiesen worden war, daß die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit in den höheren Schichten der Atmosphäre, auf die ich zuerst 1875 aufmerksam gemacht hatte, in der kalten Jahreszeit bis zu beiläufig 50 m über dem Erdboden herabreicht, durfte man erwarten, daß sich in den noch tieferen Luftschichten ein Übergang vom unteren oder Bodentypus zum oberen oder Höhentypus der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit vollziehen muß.

Die Beobachtungen auf dem Versuchsfeld bei Nauen bestätigen dies. Da einjährige Registrierungen noch keine verläßlichen Stundenwerte für die einzelnen Monate liefern, beschränke ich mich auf die Wiedergabe der Jahreszeitenmittel in Tab. 2, deren graphische Darstellung in Fig. 3 die Verhältnisse am besten übersehen läßt.

Fig. 3.



Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit in 2, 16, 32 m bei Nauen und in 41 m Höhe bei Potsdam.

Eine Umkehr der täglichen Periode tritt auch in 32 m Höhe noch nicht ein, aber sowohl in dieser Höhe wie auch in der von 16 m nehmen die Werte der Windgeschwindigkeit in den Nachtstunden gegenüber den in 2 m zu, die Werte der Tagesstunden ab, so daß die Amplitude der Periode mit wachsender Höhe regelmäßig abnimmt. Obwohl der absolute Wert der Windgeschwindigkeit in 32 m Höhe über dem Versuchsfeld größer ist als in 41 m auf dem Telegraphenberge bei Potsdam, hat der tägliche Gang der Windgeschwindigkeit

am letzteren Orte doch schon den Charakter desjenigen der höheren Luftschichten, worauf ich bereits 1899 hinwies. Der Potsdamer Anemograph in 90 m Höhe über dem Havelspiegel ragt eben erheblich höher in die Atmosphäre hinein als das 32-m-Anemometer bei Nauen.

Man wird also erwarten dürfen, daß bei der Telefunkenstation Nauen in geringer Erhebung über 32 m (im Winter vielleicht in 40 bis 45 m Höhe) eine neutrale Schicht existiert, in der das mittägliche Maximum und das nächtliche Minimum gleich groß geworden sind, und daß oberhalb derselben der entgegengesetzte Typus der täglichen Periode auftritt.

Die in Aussicht genommenen Registrierungen eines Anemographen in 125 m Höhe auf dem Versuchsfeld werden später lehren, in welcher Höhe die Umkehrschicht in der warmen Jahreszeit wirklich liegt.

In Tabelle 3 sind die Verhältniszahlen und Differenzen der Windgeschwindigkeit in 16 m zu 2 m und in 32 m zu 16 m in dreistündigen Intervallen für die kalte und die warme Jahreshälfte zusammengestellt, um ihren täglichen und jährlichen Gang besser übersehen zu können. Diese Quotienten und Differenzen weisen in der unteren Schicht (2 bis 16 m) natürlich größere Schwankungen auf als in der oberen (16 bis 32 m), hauptsächlich weil die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit in 2 m Höhe stark ausgeprägt ist; sie fallen aber in beiden Schichten größer aus in der Nacht als am Tage. Am konstantesten bleiben die Verhältniszahlen in den drei Stunden vor und nach Mittag ($9^a - 3^p$).

Tabelle 3.

Verhältniszahlen und Unterschiede der Windgeschwindigkeiten in verschiedenen Höhen.

Stunden	16 m : 2 m			32 m : 16 m			16 m — 2 m			32 m — 16 m		
	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	Jahr	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	Jahr	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	Jahr	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	Jahr
$0-3^a$	1.55	1.81	1.65	1.16	1.26	1.21	1.76	1.61	1.68	0.81	0.94	0.88
3—6	1.52	1.74	1.60	1.16	1.24	1.19	1.69	1.50	1.59	0.80	0.86	0.83
6—9	1.47	1.36	1.42	1.15	1.10	1.13	1.63	1.13	1.39	0.75	0.44	0.59
9—12	1.34	1.31	1.32	1.07	1.06	1.07	1.50	1.22	1.36	0.44	0.33	0.38
$12-3^p$	1.33	1.32	1.32	1.07	1.07	1.07	1.52	1.33	1.42	0.45	0.38	0.41
3—6	1.47	1.39	1.43	1.13	1.09	1.11	1.71	1.45	1.58	0.68	0.48	0.58
6—9	1.54	1.69	1.61	1.16	1.19	1.17	1.83	1.70	1.77	0.84	0.78	0.81
9—12	1.55	1.85	1.66	1.16	1.26	1.20	1.80	1.75	1.78	0.83	0.98	0.90
Mittel	1.47	1.56	1.50	1.13	1.16	1.14	1.70	1.46	1.57	0.70	0.65	0.67

Da die Reibung der Luft am Erdboden der Geschwindigkeit des Luftstromes proportional angenommen werden kann, muß bei schwachen Winden die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe langsamer

erfolgen als bei starken. Diese Überlegung veranlaßte mich, auch den täglichen Gang der Windgeschwindigkeit nach diesem Gesichtspunkt zu untersuchen, was sich als fruchtbar erwiesen hat.

Als Tage mit schwacher Luftbewegung wurden diejenigen angesehen, an denen beim Anemometer in 2 m Höhe das 24stündige



Fig. 4a.

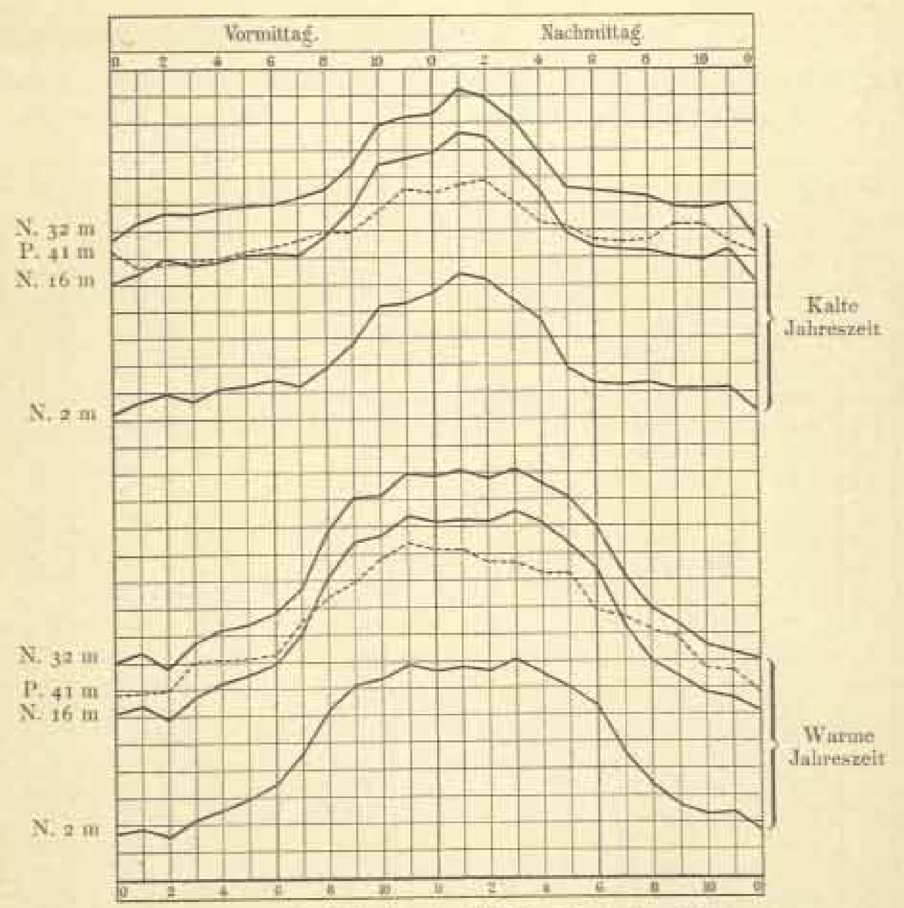
Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit bei schwachen Winden.

Tagesmittel $\leqq$ 2 mps war, als Tage mit starkem Wind die mit einem Tagesmittel $\geqq$ 5 mps. Für die so ausgewählten Tage wurde der tägliche Gang in 2 m, 16 m, 32 m bei Nauen und ebenso in 41 m bei Potsdam für die kalte und die warme Jahreshälfte getrennt ermittelt, weil die Zahl der Tage mit diesen Bedingungen zu klein war, um Monatsmittel zu bilden (Fig. 4a und 4b).

Das Ergebnis entspricht insofern der gemachten Voraussetzung, daß die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe bei schwachem Winde langsamer als bei starkem erfolgt (Tab. 4), neu und unerwartet

aber war das Ergebnis, daß bei den beiden Extremen der Windgeschwindigkeit der tägliche Gang einen vollständig entgegengesetzten Verlauf nimmt: bei schwacher Luftbewegung reicht der obere Typus (mit einem Maximum in der Nacht und einem Minimum bei Tage) namentlich in der kalten Jahreszeit bis auf 16 m herab, bei starker

Fig. 4b.



Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit bei starken Winden.

Bewegung geht der untere Typus (mit einem Maximum bei Tage und einem Minimum bei Nacht) in allen Jahreszeiten bis zu Höhen hinauf, die sonst dem entgegengesetzten Regime angehören.

Daher kommt es, daß in den Tagesstunden von 9^a—3^p die Zunahme der Windgeschwindigkeit von 2 m zu 16 m bei starken Winden fast fünfmal so groß ist (2.60 mps) wie bei schwachen (0.55 mps).

Um zu entscheiden, ob dieser interessante Befund nicht etwa zufällig dem einen Beobachtungsjahr (1912/13) zu eigen ist, sondern auch durch längere Beobachtungsreihen bestätigt wird, habe ich zunächst

an 5jährigen Aufzeichnungen in Potsdam und in Lindenberg[1] dieselbe Scheidung von schwachen und starken Winden vorgenommen und dabei die in Tabelle 5 niedergelegten Werte erhalten. Als Tage mit schwacher Luftbewegung wurden solche angesehen, an denen die mittlere Windgeschwindigkeit $\leqq 4$ mps betrug, als Tage mit starkem Winde diejenigen, an denen das Mittel $\geqq 8$ mps war.

Tabelle 4.

Verhältniszahlen und Unterschiede der Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen bei schwachen und starken Winden.

Stunden	16 m : 2 m			32 m : 16 m			16 m — 2 m			32 m — 16 m		
	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	Jahr	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	Jahr	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	Jahr	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	Jahr
						Schwache Winde						
0—3ᵃ	2.07	2.32	2.23	1.28	1.42	1.37	1.44	1.27	1.33	0.78	0.94	0.88
3—6	2.03	2.22	2.16	1.31	1.48	1.41	1.15	1.05	1.09	0.70	0.91	0.84
6—9	1.75	1.40	1.50	1.30	1.15	1.20	1.04	0.63	0.76	0.63	0.33	0.46
9—12	1.26	1.26	1.26	1.05	1.06	1.06	0.55	0.57	0.57	0.14	0.18	0.16
12—3ᵖ	1.26	1.27	1.27	1.06	1.07	1.07	0.55	0.69	0.64	0.15	0.22	0.20
3—6	1.68	1.40	1.46	1.16	1.12	1.12	0.91	0.87	0.89	0.36	0.37	0.35
6—9	1.95	1.91	1.91	1.29	1.25	1.27	1.26	1.37	1.32	0.75	0.71	0.74
9—12	1.91	2.19	2.07	1.30	1.33	1.32	1.26	1.56	1.45	0.80	0.94	0.89
Mittel	1.73	1.75	1.73	1.22	1.24	1.23	1.02	1.00	1.01	0.54	0.58	0.56
						Starke Winde						
0—3ᵃ	1.45	1.51	1.47	1.12	1.15	1.13	2.44	2.26	2.38	0.94	0.99	0.95
3—6	1.43	1.46	1.44	1.12	1.12	1.12	2.40	2.29	2.37	0.93	0.97	0.95
6—9	1.41	1.38	1.40	1.11	1.09	1.10	2.45	2.46	2.43	0.93	0.83	0.88
9—12	1.36	1.37	1.36	1.08	1.08	1.08	2.60	2.68	2.63	0.74	0.80	0.76
12—3ᵖ	1.34	1.37	1.36	1.08	1.08	1.08	2.61	2.73	2.66	0.77	0.81	0.78
3—6	1.40	1.38	1.40	1.09	1.08	1.09	2.48	2.66	2.55	0.75	0.81	0.84
6—9	1.45	1.45	1.45	1.12	1.12	1.12	2.50	2.38	2.47	0.97	0.93	0.96
9—12	1.46	1.49	1.47	1.11	1.13	1.11	2.47	2.21	2.40	0.87	0.91	0.87
Mittel	1.41	1.43	1.42	1.10	1.11	1.10	2.49	2.46	2.48	0.86	0.88	0.87

Das Ergebnis stimmt mit dem der einjährigen Beobachtungen überein: Potsdam, das im Winter ohnehin ein Nachtmaximum hat, zeigt es bei schwachen Winden auch in der warmen Jahreshälfte, zu-

[1] Das Anemometer des Aeronautischen Observatoriums bei Lindenberg befindet sich auf der Spitze des flachen konusförmigen Daches des Windenhauses in 9 m Höhe über dem Gipfel eines kahlen Hügels, der sich etwa 25 m über die benachbarte Ebene erhebt. Verglichen mit Potsdam und Nauen ist die mittlere Windgeschwindigkeit in dem kontinentaler gelegenen Lindenberg auffallend hoch, nämlich rund 13 Prozent höher als in Potsdam.

gleich macht sich in dieser Jahreszeit ein ganz unbedeutendes sekundäres Maximum in den Nachmittagstunden bemerkbar. Dasselbe findet in Lindenberg statt, wo das Anemometer viel niedriger steht. Und ebenso tritt bei starken Winden an beiden Orten das ganze Jahr hindurch das Maximum der Windgeschwindigkeit am Tage ein. An der Richtigkeit und allgemeinen Gültigkeit dieser Tatsachen ist daher wohl nicht zu zweifeln.

Tabelle 5.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit in mps an Tagen mit schwachen und mit starken Winden.

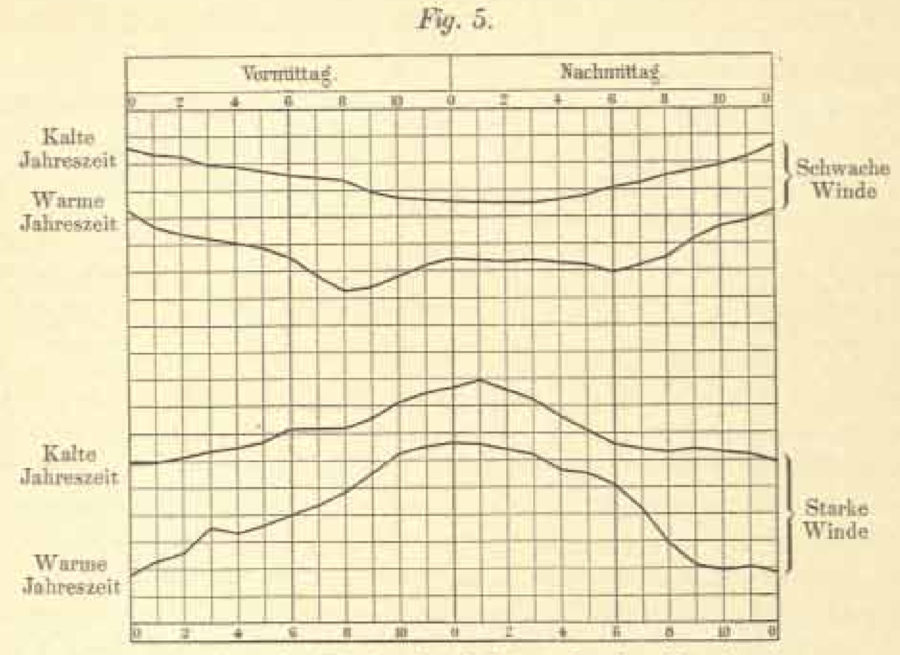
Stunde	Potsdam				Lindenberg			
	Schwache Winde		Starke Winde		Schwache Winde		Starke Winde	
	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte	kalte Jahreshälfte	warme Jahreshälfte
0—1a	3.67	3.86	8.99	8.14	3.75	3.44	9.23	7.04
1—2	3.62	3.72	9.06	8.33	3.51	3.39	9.10*	7.46
2—3	3.49	3.61	9.20	8.79	3.37	3.43	9.12	7.72
3—4	3.45	3.52	9.25	8.66	3.31	3.31	9.37	7.84
4—5	3.37	3.45	9.34	8.83	3.23	3.25	9.32	7.96
5—6	3.29	3.25	9.56	8.99	3.21	3.12	9.33	8.02
6—7	3.24	2.93	9.56	9.16	3.03	3.06	9.63	8.36
7—8	3.20	2.64*	9.58	9.44	2.97	2.96*	9.86	9.32
8—9	2.98	2.70	9.81	9.76	2.99	2.97	10.21	9.76
9—10	2.87	2.92	10.05	10.11	2.91	3.08	10.53	10.34
10—11	2.85	3.12	10.24	10.29	2.89	3.30	10.89	10.71
11—12	2.81	3.23	10.37	**10.35**	2.80*	3.38	**11.13**	**11.20**
12—1p	2.80	3.21	**10.48**	10.32	2.87	3.54	11.09	10.83
1—2	2.77	3.18	10.33	10.22	2.91	3.56	10.88	11.16
2—3	2.76*	3.20	10.09	10.11	2.98	3.67	10.90	10.90
3—4	2.82	3.17	9.77	9.86	3.10	3.72	10.75	10.59
4—5	2.92	3.14	9.53	9.76	3.06	3.59	10.43	10.40
5—6	3.05	2.98	9.34	9.53	3.09	3.52	10.12	10.13
6—7	3.12	3.09	9.20	9.08	3.27	3.38	9.84	8.90
7—8	3.28	3.25	9.15	8.48	3.49	3.30	9.75	7.94
8—9	3.35	3.59	9.20	8.06	3.72	3.50	9.70	7.55
9—10	3.46	3.82	9.16	7.95	3.88	3.51	9.51	7.71
10—11	3.60	3.94	9.08	8.02	**3.94**	3.60	9.33	7.41
11—12	**3.80**	**4.12**	8.98*	7.93*	3.93	**3.73**	9.13	7.03*
Mittel	3.11	3.32	9.56	9.17	3.26	3.39	9.96	9.01
Max./Min.	1.38	1.56	1.17	1.31	1.41	1.26	1.22	1.59
Max.-Min.	1.04	1.48	1.50	2.42	1.14	0.77	2.03	4.17

Da mir das Verhalten der starken Winde besonders überraschend war, suchte ich noch die Aufzeichnungen hoch aufgestellter Anemometer daraufhin zu prüfen. Leider gibt es deren wenige und von den

wirklich vorhandenen noch weniger, von denen die Registrierungen ausführlich veröffentlicht vorliegen.

Das Observatorium in St. Louis auf der Insel Jersey besitzt einen Anemographen in 55 m Höhe über einem Hügel, so daß hier natürlich die größte Windgeschwindigkeit durchschnittlich schon in

Fig. 5.



Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit in Potsdam bei schwachen und bei starken Winden.

der Nacht eintritt. Trotzdem kehrt sich bei starker Luftbewegung (Tagesmittel > 30 km pro Stunde = 8.34 mps) die tägliche Periode um; das ganze Jahr hindurch fällt dann das Maximum auf die Mittagsstunden[1]:

0—1ª	3—4	6—7	9—10	0—1ᵖ	3—4	6—7	9—10
10.2	10.5	10.7	10.9	11.1	10.8	10.5	10.4 mps.

Da von den Aufzeichnungen des auf dem Straßburger Münster in 145 m über dem Boden aufgestellten Anemometers drei Jahrgänge (1892—94) in extenso publiziert sind, ließen sich diese gleichfalls verwerten. Im Durchschnitt von 105 Tagen mit starker Luftbewegung (> 10 mps) zeigte sich auch hier, namentlich vom April bis September, ein, allerdings nur schwaches, Anwachsen der Werte um Mittag, während sonst natürlich das Nachtmaximum vorherrscht. Und selbst das

---

[1] Die Jahrgänge 1910—1912 dienten zur Ableitung der Zahlenwerte; sie lieferten 322 derartige Tage mit starker Luftbewegung.

305 m hohe Anemometer auf dem Eiffelturm hat nach den Aufzeichnungen der 5 Jahre 1906—1910 an stark bewegten Tagen nicht mehr die übliche tägliche Periode mit dem entschiedenen Nachtmaximum, sondern nur geringe Verschiedenheiten in den einzelnen Stundenmitteln, was darauf hinweist, daß die Wirkung der starken Winde zum Teil noch bis in diese Höhe hinaufreicht. Aus den Aufzeichnungen an 217 solchen Tagen ergibt sich nämlich folgende tägliche Periode, der zum Vergleich die durchschnittliche des Jahres hinzugefügt ist:

	3^a	6	9	12	3^p	6	9	12	
starke Winde	14.9	15.3	14.5	14.2	14.0	14.4	15.1	14.6	mps
allgem. Mittel	9.6	9.2	8.1	7.5	7.6	8.4	9.5	9.9	».

Bei schwacher Luftbewegung reicht also das Nachtmaximum der oberen Schichten bis auf wenige Meter über dem Erdboden herab, bei starker Luftbewegung umgekehrt das Tagesmaximum der unteren Schichten höher als sonst hinauf, vielleicht bis 150—200 m. Auch hierüber werden die Registrierungen in 125 und 250 m später Aufschluß geben.

Zur Erklärung beider Tatsachen kann vielleicht folgende Überlegung dienen. Ruhige oder leicht bewegte Luft begünstigt bei Tage die Ausbildung konvektiver Ströme, welche die Geschwindigkeit der darüber lagernden Luftschichten mehr schwächen, als sie selbst durch absteigende Ströme von oben an Energie gewinnen, weil die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe nur gering ist. Bei Nacht aber gleitet über die am Boden stagnierende Luft der obere schwache Luftstrom um so leichter dahin, weil die Reibung entsprechend dem niedrigen absoluten Geschwindigkeitswerte auch klein ist.

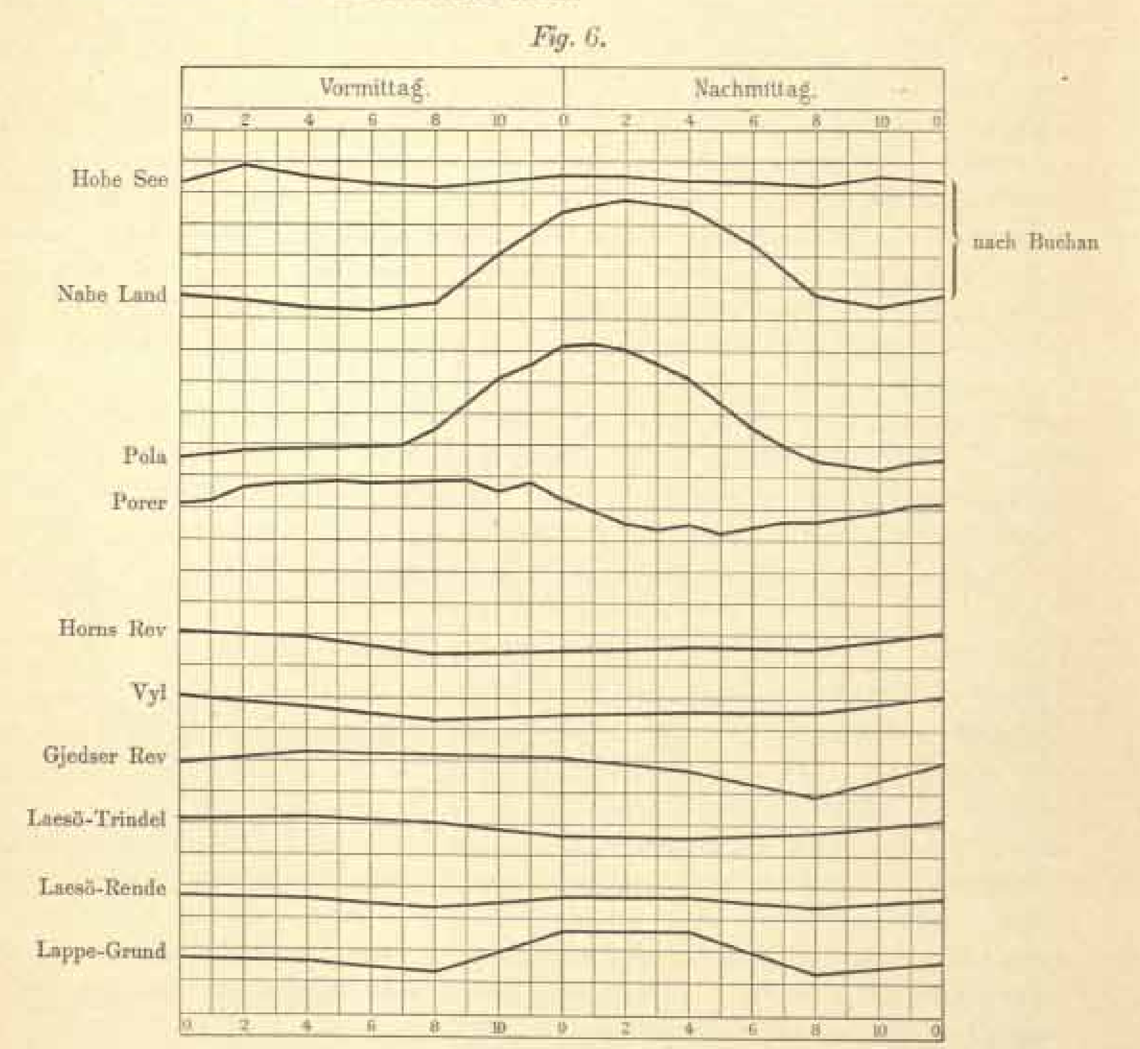
Umgekehrt muß bei kräftiger Luftbewegung die Mischung der oberen und unteren Luftschichten eine energische sein; und da die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe alsdann relativ groß ist, wird die Verstärkung der Windgeschwindigkeit durch den absteigenden Strom die Schwächung durch den aufsteigenden übertreffen. In der Nacht wirkt die der Geschwindigkeit des Luftstromes entsprechende große Reibung verzögernd.

Für dieses wie für manches andere aerodynamische Problem wäre offenbar die Messung der Vertikalkomponente des Windes von größter Wichtigkeit; es liegen aber hierüber nur sehr wenige Aufzeichnungen vor. Aus bloßen Augenbeobachtungen und sonstigen damit verknüpften Tatsachen glaube ich annehmen zu können, daß bei starken Winden tagsüber eine große absteigende Vertikalkomponente vorhanden ist, die sich oft stoßweise bemerkbar macht.

4.

Für die Theorie der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit ist ihr Verhalten auf dem Meere ein guter Prüfstein. Da die Konvektionsströmungen über dem Meere nur schwach ausgebildet sind — daß sie nicht ganz fehlen, beweisen die für die Passatregion charakteristischen leichten Cumuli —, kann der Austausch der schneller bewegten oberen und der langsamer strömenden unteren Luftschichten nur ein geringer sein. Dazu kommt, daß wegen der relativ kleineren Reibungswiderstände, die ein Luftstrom an der Oberfläche des Wassers findet, die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe hier langsamer erfolgen muß als auf dem Festlande. Die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit in den untersten Luftschichten über dem Meere kann daher nur unbedeutend sein.

Fig. 6.



Täglicher Gang der Windstärke auf dem Meere.

Nun beruht unsere Kenntnis vom täglichen Gange der Windgeschwindigkeit auf dem Meere ausschließlich auf Schätzungen der Windstärke an Bord von Schiffen. Allerdings hat Köppen den Versuch gemacht, Windregistrierungen auf kleinen ozeanischen Inseln, wie Bermuda und St. Helena, mit heranzuziehen. Es zeigte sich jedoch dabei noch deutlich der Einfluß des Landes; denn während nach den Schätzungen auf dem hohen Meere fast gar keine stündlichen Änderungen in der Windstärke auftreten, wächst die Windgeschwindigkeit auf den genannten Inseln bei Tage merklich an. Dieses Resultat steht mit der Espy-Köppenschen Theorie in Einklang. Dagegen mußte eine von Buchan gemachte Angabe Bedenken erregen. Bei der Bearbeitung der zahlreichen auf der »Challenger« angestellten Beobachtungen machte er nämlich einen Unterschied zwischen den Windstärkeschätzungen auf hohem Meere und auf dem Meere nahe bei Land (»near land«). Für ersteres Gebiet fand er geringfügige Änderungen im Laufe des Tages, für letzteres aber eine deutlich ausgesprochene tägliche Periode, die der auf dem Lande herrschenden ähnlich sieht (Fig. 6).

Zur weiteren Klärung dieser Frage habe ich neueres Beobachtungsmaterial zu verwerten gesucht.

Tabelle 6.

Täglicher Gang der Windgeschwindigkeit in mps.

	Pola	Porer		Pola	Porer
0—1^{a}	3.83	7.15	0—1^{p}	**5.58**	6.98
1—2	3.88	7.32	1—2	5.50	6.75
2—3	3.91	7.38	2—3	5.33	6.66
3—4	3.93	7.39	3—4	5.05	6.75
4—5	3.93	7.40	4—5	4.68	6.62*
5—6	3.95	7.38	5—6	4.30	6.71
6—7	3.98	7.39	6—7	3.98	6.78
7—8	4.22	7.43	7—8	3.77	6.78
8—9	4.63	**7.46**	8—9	3.72	6.87
9—10	5.03	7.27	9—10	3.68*	6.96
10—11	5.26	7.41	10—11	3.75	7.06
11—12	5.53	7.14	11—12	3.78	7.07

Auf der kleinen Klippe Porer (2 km südwestlich von der Südspitze Istriens) steht ein Leuchtturm, auf dem seit 1892 ein Anemograph in 36.8 m Höhe über dem Boden die Richtung und Geschwindigkeit des Windes registriert. Die letzten zehn Jahrgänge wurden zum Mittel zusammengefaßt; sie geben für jeden einzelnen der zwölf Monate fast genau denselben täglichen Gang der Windgeschwindigkeit,

so daß der Jahresdurchschnitt das allgemeine Verhalten gut repräsentiert. Zum Vergleich wurde auch für das benachbarte Pola der tägliche Gang der Windgeschwindigkeit aus den genau korrespondierenden Registrierungen der Jahre 1893—1912 abgeleitet (Tab. 6 und Fig. 6).

Während Pola den für Landstationen typischen täglichen Gang mit einem Maximum bald nach Mittag aufweist, verhält sich Porer ganz anders. Von 2 Uhr in der Nacht bis gegen 11 Uhr vormittags ist die Windgeschwindigkeit gleichmäßig etwas höher als am Nachmittag. Die Unterschiede sind aber so klein, daß die Amplitude (Maximum : Minimum) nur 1.13 beträgt, also fast dieselbe Größenordnung hat, wie die von Buchan für das hohe Meer gefundene (1.07).

Die Zunahme der Windgeschwindigkeit auf der Klippe Porer in den frühen Morgenstunden scheint lokaler Natur zu sein. Es treten nämlich in dieser Tageszeit am häufigsten diejenigen Winde auf, welche die größte Geschwindigkeit haben, die ENE-, NE- und E-Winde, die in der ganzen Nordostecke des Adriatischen Meeres boraartigen Charakter haben oder gar als Bora selbst auftreten. Da dieses Resultat, das aus wirklichen Registrierungen der Windgeschwindigkeit auf einer küstennahen Klippe abgeleitet wurde, dem Befunde von Buchan widerspricht, kam ich zu der Annahme, daß dieser unter der Bezeichnung »near land« vielleicht nur diejenigen Beobachtungen gemeint hat, die auf der in einem Hafen oder auf einer Reede vor Anker liegenden »Challenger« gemacht wurden. Dann würde, namentlich in subtropischen und tropischen Gebieten, die tägliche Periode der Land- und Seewinde ein solches Anschwellen der Windstärke gegen Mittag durchaus erklären, weil die bei Tage wehenden Seewinde im allgemeinen stärker als die nächtlichen Landwinde auftreten.

Da weitere anemometrische Messungen auf dem Meere in der Nähe von Land mir nicht bekannt sind, habe ich noch die Windstärkeschätzungen verwertet, die auf den Feuerschiffen in den dänischen Gewässern gemacht werden, und zwar diejenigen von Vyl, Horns Rev, Laesö Trindel, Laesö Rende, Lappe Grund und Gjedser Rev.

Das Feuerschiff Vyl liegt 27 km südwestlich von Blaavands Huk an der Westküste Jütlands, Horns Rev 46 km westlich von demselben Landvorsprung. Laesö-Trindel befindet sich im nördlichen Kattegat, fast gleich weit von Jütland und Schweden entfernt, 15 km nordöstlich von Laesö, also im offenen Meer, während Laesö-Rende halbwegs zwischen Jütland und Laesö, von ersterem 8, von letzterem 12 km entfernt liegt. Das Feuerschiff Lappe-Grund befindet sich im engen Teil des Sundes nahe nördlich von der Linie Helsingör–Helsingborg, steht also unter dem Landeinfluß von Seeland (2 km) und Schweden (3 km). Gjedser Rev endlich nimmt nahezu die Mitte zwischen Mecklenburg und der Südspitze von Falster ein, von ersterem 19 km, von letzterem 16 km entfernt.

Die Schätzungen der Windstärke erfolgen sechsmal am Tage in vierstündigen Zwischenräumen nach der Beaufortschen Skala (0—12). Benutzt wurden von mir die 10 Jahrgänge 1903—1912, also ein sehr viel größeres Material als Buchan seiner Zeit zur Verfügung stand, der für die offene See 650 Tage und für die Nähe von Land 552 Tage verwerten konnte.

Der tägliche Gang der Windstärke wurde für die einzelnen Monate abgeleitet, da sich aber mit Ausnahme von Laesö-Rende und Lappe-Grund keine jahreszeitlichen Verschiedenheiten darin bemerkbar machten, genügte es, für diese beiden Stationen die kalte und die warme Jahreszeit getrennt zu behandeln und für die übrigen den Jahresdurchschnitt zu geben (Tab. 7).

Tabelle 7.

Tägliche Periode der Windstärke (0—12) auf dänischen Feuerschiffen.

	4^a	8^a	12^a	4^p	8^p	12^p	Mittel
Vyl	3.26	3.15	3.19	3.24	3.24	3.31	3.23
Horns Rev	3.29	3.18	3.20	3.24	3.22	3.31	3.24
Laesö-Trindel	3.24	3.21	3.12	3.11	3.14	3.23	3.17
Gjedser Rev	3.14	3.13	3.11	3.04	2.98	3.09	3.08
Laesö-Rende: Jahr	2.92	2.86	2.93	2.93	2.87	2.94	2.91
Laesö-Rende: kalte Jahreshälfte	3.25	3.12	3.21	3.21	3.19	3.27	3.21
Laesö-Rende: warme Jahreshälfte	2.59	2.60	2.64	2.65	2.55	2.61	2.61
Lappe-Grund: Jahr	2.91	2.86	3.12	3.12	2.85	2.93	2.96
Lappe-Grund: kalte Jahreshälfte	3.24	3.12	3.31	3.25	3.19	3.28	3.23
Lappe-Grund: warme Jahreshälfte	2.57	2.61	2.93	2.98	2.51	2.58	2.70

Die überraschend gute Übereinstimmung der Windstärken für die Nachbarfeuerschiffe Vyl und Horns Rev sowie ihre regelmäßige Abnahme von der Nordsee nach der Ostsee sprechen für die Güte der Beobachtungen.

Hiernach ist auf den am meisten in offener See gelegenen Feuerschiffen dieselbe schwach ausgeprägte tägliche Periode der Windstärke vorhanden, die für die großen Ozeane nachgewiesen wurde, nämlich ein wenig stärker bewegte Luft bei Nacht als bei Tage. Dagegen neigt Laesö-Rende schon zur entgegengesetzten Periode hin, die das im engen Sunde liegende Feuerschiff Lappe-Grund während der warmen Jahreshälfte noch deutlicher aufweist.

Da die Theorie der Land- und Seewinde bei Tage vorzugsweise ein Aufsteigen der Luft über dem Lande und ein Absteigen über dem Meere voraussetzt, wird die aus der Höhe herabgebrachte raschere Luftströmung den über dem Meere wehenden Wind etwas verstärken. In größerer Entfernung vom Lande entfallen diese Bedingungen, und darum gibt es hier so gut wie gar keine stündlichen Veränderungen

in der Windstärke oder eine geringfügige Verstärkung des Windes während der Nacht. Wo kräftigere konvektive Strömungen auftreten, wird sich im leichten Anschwellen der Kurve gegen Mittag noch ein zweites unbedeutendes Maximum angedeutet finden.

5.

Überblickt man alle Tatsachen, die bezüglich der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit bisher festgestellt worden sind und die durch die vorstehenden Mitteilungen ergänzt werden, so gelangt man zu der Anschauung, daß die tägliche Periode in den höheren Luftschichten die Haupterscheinung darstellt, die in erster Linie erklärt werden muß.

Die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit mit einem Maximum in der Nacht und einem Minimum bei Tage beherrscht bei uns, im Gebiete vorwiegender Westwinde, die Hauptmasse der Atmosphäre. Sie reicht das ganze Jahr hindurch bis an die Oberfläche des Meeres, in der kalten Jahreszeit bis etwa 50 m, in der warmen etwa 100 m über der Oberfläche des festen Landes und bei schwacher Luftbewegung bis auf wenige Meter über dem Erdboden herab. Umgekehrt ist die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit mit einem Maximum bei Tage und einem Minimum in der Nacht auf die entsprechenden bodennahen Luftschichten beschränkt, und zwar in allen Windgebieten der festen Erdoberfläche.

Die am meisten verbreitete Espy-Köppensche Theorie sucht beide Typen der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit durch die Wirkung der tagsüber auf dem Festlande sich entwickelnden auf- und absteigenden Luftströme zu erklären. Die ersteren schwächen die Luftbewegung in der Höhe, die letzteren bringen rascher bewegte Luft aus der Höhe herab und verstärken dadurch die Windgeschwindigkeit in den unteren Schichten.

Zur Erklärung der in den unteren Luftschichten sich abspielenden Vorgänge reichen solche Konvektionsströmungen wohl aus. Es ist aber schon lange als ein Mangel der Theorie empfunden worden, daß das selbst im Winter noch in großen Erhebungen über der Erdoberfläche bei Tage eintretende Minimum der Luftbewegung doch schwerlich durch aufsteigende Luftströme hervorgerufen werden kann. Nun beruht allerdings unsere Kenntnis von diesen Verhältnissen in der Höhe fast ausschließlich auf den Beobachtungen, welche die Bergobservatorien, also Teile der Erdoberfläche selbst, geliefert haben. Ein neuerdings von A. Peppler gemachter Versuch, Windmessungen bei Drachenaufstiegen zur Ableitung der Periode in der freien Atmosphäre zu verwerten, lehrt aber, daß auch hier die geringste Windgeschwin-

digkeit bei Tage einzutreten scheint. Das Ergebnis ist noch etwas unsicher, weil die Messungen der Zahl nach spärlich und sehr ungleich auf die einzelnen Stunden verteilt sind. Andererseits sprechen die auf dem Eiffelturm in 305 m Höhe erhaltenen Registrierungen durchaus dafür, daß der allgemeine Charakter der täglichen Periode der Windgeschwindigkeit auf Berggipfeln und in den höheren Schichten der freien Atmosphäre der gleiche ist.

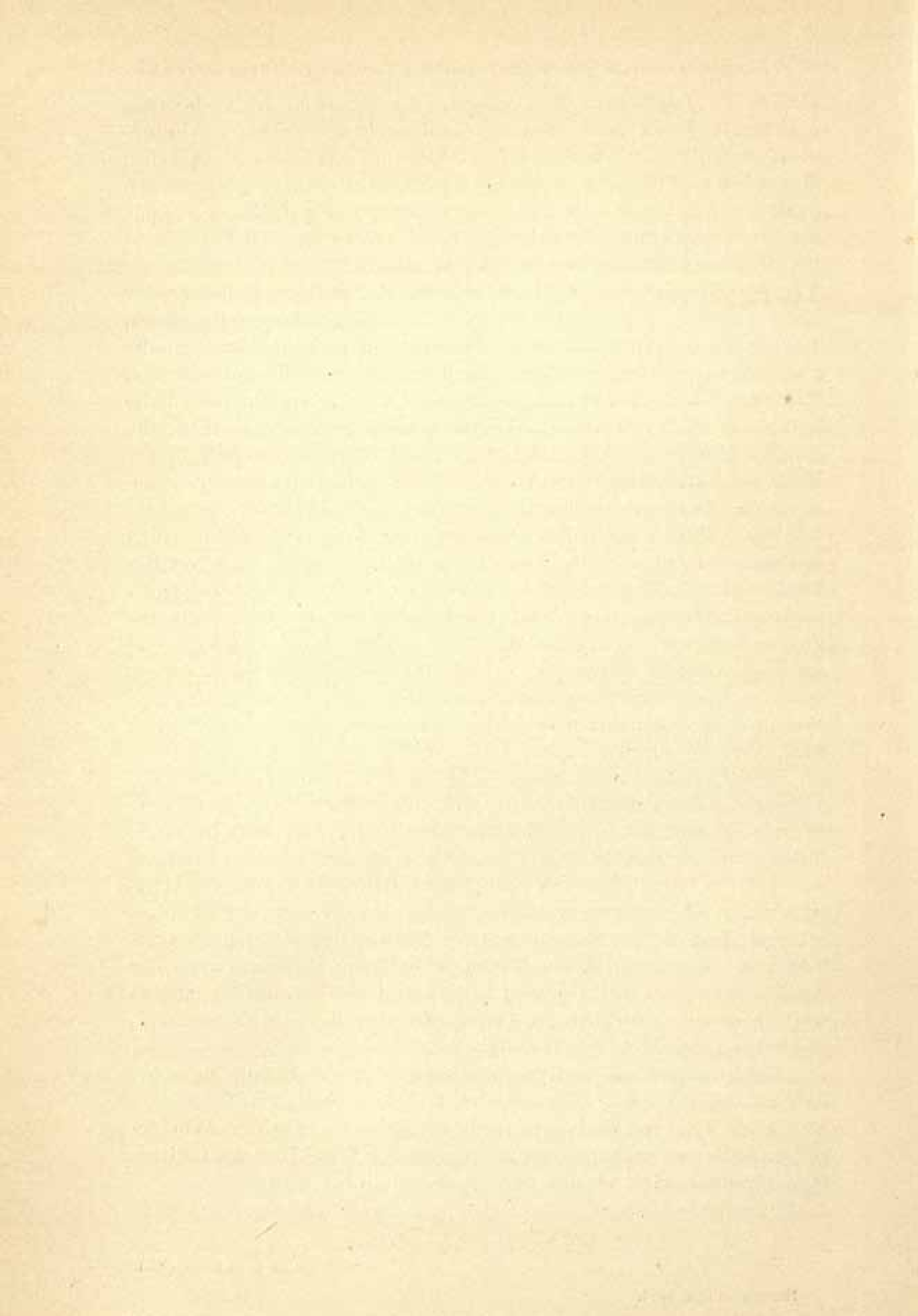
Die Ursache der täglichen Periode der Luftbewegung in der Hauptmasse der Atmosphäre erblicke ich in der Wärmewelle, die in 24 Stunden die Erde von Osten nach Westen umkreist, und auf die zum Teil in ganz anderem Zusammenhange schon früher Lord Kelvin, Margules, Gold, Möller u. a. hingewiesen haben. Am Morgen ist die Luft der östlicher gelegenen Gebiete stärker erwärmt, wodurch die Flächen gleichen Druckes im Osten gehoben werden, so daß in der Höhe ein Luftdruckgefälle in der Richtung von Osten nach Westen entsteht. Der vorherrschende Westwind muß dadurch geschwächt werden, während nach dem Durchgang der Wärmewelle durch den Meridian des Ortes beide Ursachen in gleichem Sinne, also verstärkend, wirken. Für einen Ort der nördlichen Halbkugel liegt das Gebiet größter Erwärmung und damit der Scheitel der dadurch bedingten großen Luftwoge am Morgen im Südosten, um Mittag im Süden und am Nachmittag im Südwesten, so daß die Resultante der beiden wirksamen Kräfte verschieden ausfallen muß, je nachdem die allgemeine Westdrift in den höheren Schichten der Atmosphäre mehr die Richtung NW, W oder SW hat.

Wenn diese Anschauung richtig ist, darf man in Gebieten mit vorherrschenden Ostwinden in der Höhe die entgegengesetzte tägliche Periode erwarten, d. h. das Maximum bei Tage. Das trifft in Wirklichkeit zu. Schon seit langem kennen wir die merkwürdige Tatsache, daß auf den Berggipfeln des südlichen Ostindiens während der Herrschaft des Südwestmonsuns dieselbe tägliche Periode der Windgeschwindigkeit auftritt wie auf unseren Bergen, daß sie sich aber ins Gegenteil verkehrt, d. h. ein Maximum bei Tage aufweist, wenn der Nordostmonsun weht. In diesem Falle haben also sowohl die unteren wie die oberen Schichten der Atmosphäre dieselben stündlichen Veränderungen der Windgeschwindigkeit.

Zugleich gibt unsere Hypothese eine Erklärung für die Tatsache, daß im Gebiete des Nordostpassates auf dem Festland (Nordafrika, nördlicher Teil von Südamerika) die tägliche Periode der Windgeschwindigkeit so stark ausgeprägt ist, daß der Wind bald nach Mittag fast stürmisch wird, abends aber ganz einlullt.

Ausgegeben am 16. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



SITZUNGSBERICHTE

1914.
XIV.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

16. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Planck.

1. Hr. Helmert las über die isostatische Reduktion des Lotes.

Bei Berechnung der durch die unregelmäßige Massenverteilung der Erdkruste erzeugten Lotstörungen unter Voraussetzung der Isostasie nach Pratt und Hayford hat man bisher die Krümmung der Erdoberfläche nur ungenügend berücksichtigt. Es wird gezeigt, daß dies ohne wesentliche Vermehrung der Rechenarbeit verbessert werden kann.

2. Hr. Schwarzschild überreichte eine Arbeit: Über die Häufigkeit und Leuchtkraft der Sterne von verschiedenem Spektraltypus. (Ersch. später.)

Die Anzahl der Sterne von bestimmter Leuchtkraft in der Volumeneinheit wird für die einzelnen Spektraltypen getrennt berechnet durch Vergleichung der Verteilung der Radialgeschwindigkeiten mit der Verteilung der Komponenten der Eigenbewegung senkrecht zur Richtung nach dem Sonnenapex.

3. Hr. Helmert legte eine Untersuchung vor von Hrn. Dr. W. Schweydar (Potsdam): Beobachtung der Änderung der Intensität der Schwerkraft durch den Mond.

Durch Beobachtungen mit dem Gravimeter von August von Schmidt in der 25 m tief gelegenen Brunnenkammer der Observatorien zu Potsdam ist es zum ersten Male gelungen, den sehr geringen Betrag der Änderung der Schwerkraft durch die Flutkraft des Mondes zu messen. Die Kenntnis dieser Größe ist für die Beurteilung der elastischen Gezeiten und der Elastizität der Erde von Bedeutung.

Die isostatische Reduktion der Lotrichtungen.

Von F. R. Helmert.

1.

Prof. John F. Hayford hat in seiner früheren Stellung als Inspektor der geodätischen Arbeiten bei der Coast and Geodetic Survey der Vereinigten Staaten von Amerika zum ersten Male für eine umfangreiche Gradmessung eine Reduktion der Lotrichtungen durchgeführt, die im wesentlichen der Prattschen Gleichgewichtstheorie der Erdkruste entspricht (vgl. das Werk von 1909: »The Figure of the Earth and Isostasy from Measurements in the United States« und das Supplement dazu von 1910). Sein Rechenverfahren ist in mehrfacher Hinsicht nicht ganz streng; es kann aber als genügend bezeichnet werden, da es unmöglich ist, Strenge in jeder Hinsicht zu erreichen und da insbesondere die wirkliche Massenverteilung regionale und lokale Abweichungen von der Isostasie zeigt, wie man sich diese auch als allgemeine Regel denken mag.

Jedenfalls ist die von Hayford planmäßig durchgeführte, von uns als »isostatisch« bezeichnete Reduktion der astronomischen Lotrichtungen eine viel bessere als die lediglich »topographische« (oder orographische) Reduktion, welche nur die sichtbaren Formen des Geländes bzw. die Formen der Meeresräume berücksichtigt, ohne die unterirdischen Dichtigkeitskompensationen zu beachten. Diese rein topographische Reduktion ist schon längst als unzulänglich erkannt worden; außerdem zeigen die Hayfordschen Untersuchungen dies erneut.

Ist nun Hayfords Verfahren jedenfalls ein Fortschritt, so ist es wohl von Interesse, daß man das Verfahren von zwei Vernachlässigungen leicht befreien kann. Die eine betrifft die ungenügende Berücksichtigung der Erdkrümmung, die andere die ungenügende Beachtung der Höhenlage der einzelnen Stationen der astronomischen Beobachtung. Wenn auch wenig damit gewonnen wird, in dieser Hinsicht strenger zu rechnen, so ist letzteres doch zu empfehlen, da kein erheblicher Mehraufwand von Rechenarbeit damit verbunden sein dürfte.

Im folgenden sollen die strengeren Rechenformeln entwickelt werden.

2.

Mit Hayford denken wir uns (entsprechend seiner Arbeitshypothese) behufs möglichster Herbeiführung eines idealen Zustandes der Erdkruste die Massen über dem Meeresniveau auf die darunterliegende Schicht bis zur Tiefe T der Ausgleichsfläche gleichmäßig verteilt, während bei den Meeren Massen aus dieser Schicht zugeführt werden, um eine gleichmäßige Dichtigkeit vom Meeresspiegel bis zur Tiefe T zu erlangen. Im letzteren Falle kann man sich auch denken, daß der dem Meere entsprechende Massendefekt als Störung zu einer vom Meeresniveau bis zur Tiefe T reichenden Massenschicht getreten ist. Zur Herbeiführung des idealen Zustandes muß nun diese negative Störungsmasse ebenfalls gleichmäßig auf die Tiefe vom Meeresspiegel bis zur Ausgleichsfläche verteilt werden, wie im ersten Falle die positive Störungsmasse.

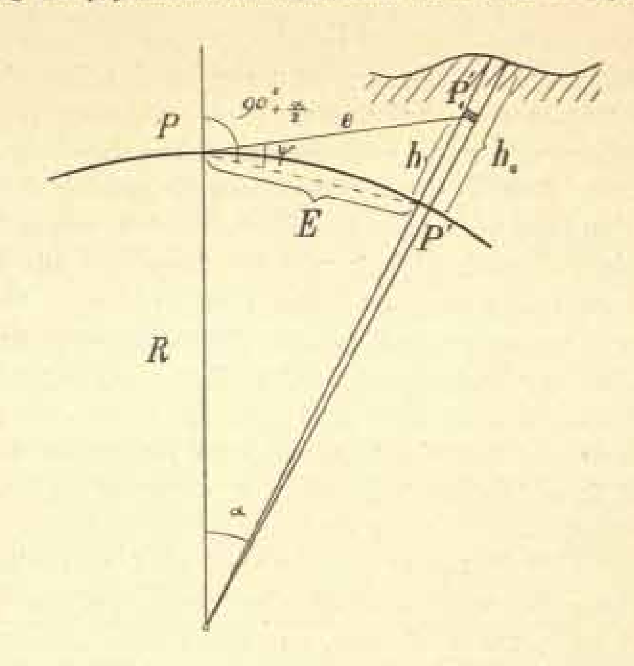
Diese vertikalen Massenverschiebungen sind von einem kleinen Mangel begleitet. Es wird nämlich der Druck auf die Einheit der Ausgleichsfläche T etwas verändert, so daß er nicht mehr überall der gleiche ist. Auch verschieben sich die Niveauflächen, also auch die Meeresfläche und die der ursprünglichen Lage der Ausgleichsfläche entsprechende Niveaufläche etwas in Höhe. Man müßte also streng genommen noch dementsprechende Reduktionen anbringen. Doch sind dieselben von höherer Ordnung, und man vernachlässigt sie mit Rücksicht auf sonstige Mängel (vgl. hierzu Verfassers Artikel über »Die Schwerkraft und die Massenverteilung der Erde« in der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften VI, 1 B, Nr. 11).

Die Tiefe T setzen wir annähernd entsprechend Hayfords Ergebnissen gleich rund 120 km. (Hayford rechnet mit $T = 113.7$ km, was aber keinen wesentlichen Unterschied gibt.) Da es sich dabei um eine Niveaufläche handelt, ist T eigentlich wegen des Zusammenhanges mit der Schwerkraft von der geographischen Lage abhängig; doch sehen wir davon ab, wie stillschweigend schon oben.

Bei der Formelaufstellung handelt es sich nun darum, zu zeigen, wie sich die Horizontalanziehung ändert, wenn ein vertikales Säulenelement der anziehenden Masse, das sich vom Meeresspiegel bis zur Meereshöhe H erhebt, in die Tiefe vom Meeresniveau ab bis T gleichmäßig verteilt wird. Die Formel ist dann leicht auch für die Verteilung des Meeresdefektes in die Tiefe brauchbar zu machen.

3.

Wir betrachten zunächst ein Säulenelement, das sich bis zur Höhe h_0 über das Niveau des angezogenen Punktes P erhebt. Die Niveaufläche von P sei eine Kugelfläche vom Radius R (vgl. die Figur).



Das Massenteilchen dm in P_1' gibt in horizontaler Richtung die Anziehung

$$f\frac{dm}{e^2}\cos\left(\frac{\alpha}{2}-\psi\right)$$

mit f als Attraktionskonstante. Wir setzen mit Rücksicht auf die konische Form der Säule

$$dm = \Theta(R+h)^2 d\omega dh$$

für Θ als Dichtigkeit und $d\omega$ als Oberflächenelement im Mittelpunktsabstand 1.

Da $\cos\left(\frac{\alpha}{2}-\psi\right) = \frac{r}{e}\sin\alpha$ bei $R+h=r$ ist, so folgt für die von dem ganzen Säulenelement über der Kugelfläche R auf P ausgeübte Horizontalanziehung der Wert

$$\delta A_{h_0} = f\Theta\sin\alpha d\omega\int\limits_R^{R+h_0}\frac{r^3 dr}{\sqrt{r^2+R^2-2rR\cos\alpha}^3}.$$

Die Integration nach r liefert eine unbequeme Formel. Besser ist es, unmittelbar auf eine Reihenentwicklung nach Potenzen von h hinzuarbeiten.

Mit

$$r = R\frac{1+y}{1-y}$$

folgt

$$\delta A_{h_0} = f \frac{2R^3 \Theta \cos\frac{\alpha}{2}\, d\omega}{E^2} \int\limits_0^{h_0:(2R+h_0)} \frac{(1+y)^3\, dy}{(1-y)^2 \sqrt{1+y^2\cot^2\frac{\alpha}{2}}^{\,3}},$$

$$\text{mit } y = h:(2R+h).$$

Nun ist

$$\frac{(1+y)^3}{(1-y)^2} = 1 + 5y + 12y^2 + \cdots,$$

doch kann man bereits $12y^2$ vernachlässigen, da der Absolutwert von y selbst für die vom Meeresniveau bis zur Ausgleichsfläche reichenden Säulchen wegen $T = 120$ km kleiner als $^1/_{105}$ bleibt, $12y^2$ also höchstens etwa $^1/_{900}$ wird. Durch die Integration reduziert sich der Einfluß noch, wie sich demnächst auch an dem Gliede $5y$ zeigen wird, so daß die Vernachlässigung von y^2 den Betrag der Anziehung kaum um $^1/_{2500}$ verfälscht. Damit wird erhalten

$$\delta A_{h_0} = f \frac{2R^3\Theta\cos\frac{\alpha}{2}\, d\omega}{E^2} \cdot \frac{h_0 + 5\tan^2\frac{\alpha}{2}\left[\sqrt{(2R+h_0)^2 + h_0^2\cot^2\frac{\alpha}{2}} - (2R+h_0)\right]}{\sqrt{(2R+h_0)^2 + h_0^2\cot^2\frac{\alpha}{2}}}.$$

Die Masse der Säule ist in gleicher Annäherung gleich

$$\Theta R^2 h_0\, d\omega\left(1 + \frac{h_0}{R}\right).$$

In P' am Fuße der Säule vereinigt, gibt sie als Horizontalanziehung auf P den Wert

$$\delta A'_{h_0} = f \frac{R^2\Theta\cos\frac{\alpha}{2}\, d\omega}{E^2} h_0\left(1 + \frac{h_0}{R}\right). \qquad (1)$$

Man hat daher, immer in gleicher Annäherung:

$$\delta A_{h_0} = \delta A'_{h_0} \frac{2R\left(1 - \frac{h_0}{R}\right)}{\sqrt{(2R+h_0)^2 + h_0^2\cot^2\frac{\alpha}{2}}}\left(1 + 5\tan^2\frac{\alpha}{2}\,\frac{\sqrt{\div} - (2R+h_0)}{h_0}\right),$$

oder wenn man in der großen Klammer Zähler und Nenner mit $\{\sqrt{\div} + (2R+h_0)\}$ multipliziert:

$$\delta A_{h_0} = \delta A'_{h_0} \frac{2R\tan\frac{\alpha}{2}\left(1-\frac{h_0}{R}\right)}{\sqrt{(2R+h_0)^2\tan^2\frac{\alpha}{2}+h_0^2}}\left(1+\frac{5h_0\tan\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\div}+(2R+h_0)\tan\frac{\alpha}{2}}\right). \quad (2)$$

In beiden Formeln bezeichnet das Zeichen $\sqrt{\div}$ die im Nenner vor der großen Klammer der betreffenden Formel stehende Quadratwurzel.

Die Formeln (1) und (2) gelten auch für negative Werte von h_0, also für die Meeresbecken und die feste Schale unterhalb des Meeresniveaus; nur muß dann beim Meeresbecken der numerische Wert von Θ positiv, bei der Schale negativ genommen werden, damit die Masse das richtige Zeichen erhält, wie die Entwicklung zeigt.

Wir nehmen jetzt an, daß der angezogene Punkt P im Meeresniveau liegt, dann wird für ein Säulchenelement der darunterliegenden Schale $h_0 = -T$, und die Horizontalanziehung auf P ist gleich

$$\delta A_{-T} = \delta A'_{-T} \frac{2R\tan\frac{\alpha}{2}\left(1+\frac{T}{R}\right)}{\sqrt{(2R-T)^2\tan^2\frac{\alpha}{2}+T^2}}\left(1-\frac{5T\tan\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\div}+(2R-T)\tan\frac{\alpha}{2}}\right).$$

Hierin bedeutet $\delta A'_{-T}$ die Horizontalanziehung der im Meeresniveau bei P' vereinigten Masse auf P.

4.

Setzt man nunmehr

$$\delta A'_{-T} - \delta A_{-T} = \delta A'_{-T} \cdot \mathfrak{F},$$

so ergibt sich

$$\mathfrak{F} = 1 - \frac{1+\frac{T}{R}}{\sqrt{1-\frac{T}{R}+\frac{T^2}{E^2}}}\left(1-\frac{\frac{5}{2}\frac{T}{R}}{\sqrt{1-\frac{T}{R}+\frac{T^2}{E^2}}+1-\frac{T}{2R}}\right), \quad (3)$$

wobei $E = 2R\sin\frac{\alpha}{2}$ ist.

Hat man ein säulenförmiges Massenelement, das sich bis zur Höhe h_0 über das Niveau von P erhebt und das auf dieses Niveau komprimiert die Horizontalanziehung $\delta A'_{h_0}$ gibt, so ist $\delta A'_{h_0} \cdot \mathfrak{F}$ die Verminderung der Horizontalanziehung, welche durch gleichmäßige Verteilung der Masse bis zur Ausgleichsfläche eintritt. Wegen

$$\delta A'_{h_0} = \delta A'_{-T} \text{ ist } \delta A_{-T} = \delta A'_{h_0}(1-\mathfrak{F}) \text{ und also}$$

$$\delta A_{h_0} - \delta A_{-T} = \delta A'_{h_0} \cdot \mathfrak{F} - (\delta A'_{h_0} - \delta A_{h_0}). \quad (4)$$

Während δA_{h_0} die ursprüngliche Horizontalanziehung des säulenförmigen Massenelements h_0 über dem Meeresniveau ist, gibt vorstehender Unterschied $(\delta A_{h_0} - \delta A_{-T})$ den verbleibenden Rest der Horizontalanziehung an, wenn man sich dieses Säulchen durch einen gleich großen Massendefekt unterhalb des Meeresniveaus kompensiert denkt, wobei dieser Defekt gleichmäßig bis zur Tiefe T verteilt gedacht wird.

Der Ausdruck (4) gibt also die isostatisch verbesserte Horizontalanziehung der oberirdischen Massen. Das erste Glied $\delta A'_{h_0} \cdot \mathfrak{F}$ entspricht der eigentlichen isostatischen Reduktion; das zweite Glied $-(\delta A'_{h_0} - \delta A_{h_0})$ kann man als topographische Verbesserung wegen der Erhebung der Massen übers Meeresniveau bezeichnen.

Die Formel (4) gilt auch, wenn es sich nicht um ein Säulchen handelt, das über dem Niveau des angezogenen Punktes P (dem Meeresniveau) liegt, sondern um ein nach unten gerichtetes Säulchen, insbesondere eines Teiles des vom Meeresraume gebildeten Massendefekts. Es müssen dann in Formel (1) nur die geeigneten Werte für die Dichtigkeit Θ eingeführt werden, worauf wir weiterhin kommen.

Zur Berechnung von $\mathfrak{F}$ nach (3) hat man mit $R = 6371$ km, $\alpha = a : R$ und $T = 120$ km:

$$\frac{T}{R} = 0.018835,$$

$$\frac{T^2}{E^2} = \frac{T^2}{a^2}\left(1 + \frac{a^2}{12R^2} + \frac{a^4}{240R^4} + \cdots\right).$$

Da nun in der Entwicklung von (3) Größen von der Ordnung $T^2 : R^2$ gegen die Einheit vernachlässigt sind, so genügt es, in (3) unter der Wurzel

$$1 - \frac{T}{R} + \frac{T^2}{E^2} = 1 - \frac{T}{R} + \frac{T^2}{a^2}$$

zu setzen. Schreibt man für $T : R$ den Buchstaben τ:

$$\frac{T}{R} = \tau = 0.018835, \tag{5}$$

so folgt in gleicher Annäherung wie früher:

$$\mathfrak{F} = 1 - \frac{a(1+\tau)}{\sqrt{a^2(1-\tau)+T^2}}\left(1 - \frac{\frac{5}{2}a\tau}{a + \sqrt{a^2(1-\tau)+T^2}}\right). \tag{6}$$

Für $\tau = 0$, d. h. bei $R = \infty$, also abgesehen von der Krümmung der Erdoberfläche, ist $\mathfrak{F}$ gleich

$$\mathfrak{F}_0 = 1 - \frac{a}{\sqrt{a^2+T^2}}. \tag{7}$$

Bildet man aus (6) den Quotienten $d\mathfrak{F} : d\tau$, so folgt wieder mit Vernachlässigung von τ^2:

$$\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_0 - \frac{a\tau}{\sqrt{a^2+T^2}}\left(1 + \frac{a^2}{2(a^2+T^2)} - \frac{2.5a}{a+\sqrt{a^2+T^2}}\right), \quad (8)$$

welche Näherungsformel auch direkt aus der Entwicklung von (3) hervorgeht.

Da $\mathfrak{F}_0 - \mathfrak{F}$ der Fehler ist, welchen man bei Berechnung von $\mathfrak{F}$ ohne Rücksicht auf die Krümmung der Erdoberfläche begeht, so gibt also der zweite Teil des Ausdrucks rechterhand in (8) unmittelbar diesen Fehler an.

5.

Nachstehende Tabelle I gibt für eine Anzahl in geometrischer Progression wachsender Entfernungen a die $\mathfrak{F}_0$ und $\mathfrak{F}$ unter dem Kopf

Tabelle I. Übersicht der Faktoren $\mathfrak{F}$ und F.

Angezogene Station im Meeresniveau.

Nr.	a in km	Ring - $\mathfrak{F}$			Zonen - F		
		Ebene	Kugel	$\mathfrak{F}_0 - \mathfrak{F}$	Ebene	Kugel	$F_0 - F$
1	0.100	0.999	0.999	0.000			
2	0.150	0.999	0.999	0.000	0.999	0.999	0.000
3	0.225	0.998	0.998	0.000	0.998	0.998	0.000
4	0.338	0.997	0.997	0.000	0.998	0.998	0.000
5	0.506	0.996	0.996	0.000	0.997	0.996	0.000
6	0.759	0.994	0.994	0.000	0.995	0.995	0.000
7	1.139	0.991	0.990	0.000	0.992	0.992	0.000
8	1.709	0.986	0.985	0.000	0.988	0.988	0.000
9	2.563	0.979	0.978	0.000	0.982	0.982	0.000
10	3.844	0.968	0.967	0.001	0.974	0.973	0.000
11	5.767	0.952	0.951	0.001	0.961	0.960	0.001
12	8.650	0.928	0.927	0.001	0.941	0.940	0.001
13	12.975	0.893	0.891	0.002	0.911	0.910	0.001
14	19.46	0.840	0.838	0.002	0.868	0.866	0.002
15	29.19	0.764	0.761	0.002	0.804	0.802	0.002
16	43.79	0.657	0.655	0.003	0.713	0.711	0.003
17	65.7	0.520	0.517	0.003	0.591	0.588	0.003
18	98.5	0.365	0.363	0.003	0.443	0.440	0.003
19	147.8	0.224	0.221	0.003	0.292	0.290	0.003
20	221.7	0.121	0.117	0.003	0.168	0.166	0.003
21	332.5	0.059	0.056	0.004	0.087	0.084	0.003
22	499	0.028	0.024	0.004	0.042	0.038	0.004
23	748	0.013	0.009	0.004	0.019	0.015	0.004
24	1122	0.006	0.002	0.004	0.009	0.005	0.004
25	1683	0.003	−0.002	0.004	0.004	0.000	0.004
26	2525	0.001	−0.003	0.004	0.002	−0.002	0.004
27	3788	0.001	−0.004	0.004	0.001	−0.003	0.004
28	5682	0.000	−0.004	0.004	0.000	−0.004	0.004

»Ring - $\mathfrak{F}$«. Man erkennt, daß $\mathfrak{F}_0 - \mathfrak{F}$ sehr bald seinem Maximalwert, der zwischen 0.004 und 0.005 liegt, nahekommt. (Mit Rücksicht auf Glieder höherer Ordnung fand sich der Maximalwert von $\mathfrak{F}_0 - \mathfrak{F}$ nahezu gleich $\tau : 4 = 0.0047$, übereinstimmend mit (8).) Von $a = 500$ km an wird der Unterschied von $\mathfrak{F}$ und $\mathfrak{F}_0$ so bedeutend im Verhältnis zur Größe von $\mathfrak{F}$, daß der Anteil der Anziehung der Massen, welche weiter entfernt liegen als 500 km, bei Vernachlässigung der Erdkrümmung ganz falsch erhalten wird. Zum Glück ist absolut genommen der Fehler nicht groß; indessen man kann ihn ja ohne große Mehrarbeit vermeiden.

Die 4. Dezimale, welche bei der Berechnung der Tabelle mitgeführt wurde, ist hier in der Tabelle weggelassen, da 3 Stellen praktisch ausreichen und die 4. Dezimale auch von den Formeln für die Kugel nicht völlig richtig gegeben wird. Die Berechnung erfolgte nach Formel (3) zu einer Zeit, als (8) noch nicht bekannt war.

6.

HAYFORD berücksichtigt die Massenanziehung bis zur Entfernung $a = 4126$ km. Da aber $\mathfrak{F}_0 - \mathfrak{F}$ schon bei $a = 1000$ km im Vergleich zu $\mathfrak{F}$ ganz erheblich wird, so sind von dieser Entfernung ab die Anziehungsanteile ganz irrig berechnet, und es wäre besser, sie ganz wegzulassen und nur bis 1000 km überhaupt zu rechnen.

Wir wollen in roher Annäherung den Einfluß der entfernteren Störungsmassen abschätzen und berechnen zunächst die Anziehung $\Delta A'_{h_0}$ für eine Masse von der Höhe h_0, deren Grundriß begrenzt ist von 2 zu dem angezogenen Punkt P konzentrischen Kreisen mit den Radien a_i und a_k sowie von 2 Strahlen, die von P horizontal ausgehen in den Richtungen ϕ_l und ϕ_m gegen die Horizontalachse, für welche die Komponente der Anziehung gesucht wird.

Setzen wir dementsprechend in Formel (1) $d\omega = \sin\alpha\, d\phi\, d\alpha$ und multiplizieren mit $\cos\phi$, so gibt die Integration die bekannte Formel für die Horizontalanziehung der angegebenen Massenabteilung:

$$\Delta A'_{h_0} = f\Theta h_0 \left(1 + \frac{h_0}{R}\right)(\sin\phi_m - \sin\phi_l)\left\{\cos\frac{\alpha_k}{2} - \cos\frac{\alpha_i}{2} + \operatorname{logtan}\frac{\alpha_k}{4} - \operatorname{logtan}\frac{\alpha_i}{4}\right\}. \quad (9)$$

Für die große Parenthese kann man setzen

$$\log\frac{a_k}{a_i} - \frac{5}{48}\,\frac{a_k^2 - a_i^2}{R^2} + \cdots; \quad (9^*)$$

die log sind natürliche Logarithmen.

Um die entsprechende Lotstörung $\Delta D'$ in Bogensekunden zu erhalten, hat man mit 206265 : g zu multiplizieren. Für g genügt der Näherungswert $\frac{4}{3}\pi f\Theta_m R$ mit Θ_m als mittlere Erddichte $= 5.52$.

Setzt man $\Theta = \frac{1}{2}\Theta_m$, so folgt für Metermaß mit kleinen Vernachlässigungen:

$$\Delta D' = 0.00386\, h_0 (\sin\phi_m - \sin\phi_l)\left\{\log\frac{a_k}{a_i} - \frac{5}{48}\frac{a_k^2 - a_i^2}{R^2} + \cdots\right\}. \quad (10)$$

Die größten Lotstörungen ergaben sich für Küstenstationen. Ist die auf die Dichtigkeit $\frac{1}{2}\Theta_m$ reduzierte Tiefe eines Meeresteiles 3000 m, so gibt eine Zone mit $\phi_l = -90°$ und $\phi_m = +90°$ sowie $a_i = 1000$ km und $a_k = 4000$ km den Betrag $\Delta D' = 31''$, bei $a_k = 10000$ km $\Delta D' = 47''$. Mit Rücksicht auf $\mathfrak{F}$ entspricht diesen Beträgen eine isostatisch reduzierte Lotstörung von rund 0.″1.

Geht man bei der isostatischen Reduktion der Lotrichtungen nur bis $a = 1000$ km, so dürfte der daraus entspringende Fehler den Betrag von 0.″2 nicht überschreiten, da infolge der Verteilung der Meere ringsum irgendeine Station immer Kompensationen der Fehlerbeträge, die die verschiedenen Meeresteile geben, eintreten.

Die Vernachlässigung der Kugelgestalt bei der Berechnung von $\mathfrak{F}$ gibt bei Hayfords Annahme von $a_k = 4126$ km im Max. die berechneten Lotstörungsreduktionen bis zu rund 0.″2 falsch.

Bedenkt man aber den Einfluß der Unsicherheit in der Kenntnis der Dichtigkeiten der Massen der Erdkruste, so dürfte es überflüssig erscheinen, in den Berechnungen dort eine größere Sicherheit anzustreben, wo es nicht (wie bei $\mathfrak{F}$) fast mühelos geschehen kann.

7.

Bei der Berechnung der Größen $\Delta D'$ berücksichtigt Hayford das 2. Glied des Klammerausdrucks in Formel (10) dadurch, daß er a_k etwas verändert (a. a. O. S. 22, 23); indessen ist der Einfluß dieser Verbesserung auf die isostatische Reduktion ganz unerheblich, da $\mathfrak{F}$ sehr klein wird, wenn das betreffende Glied merklich ist.

Es genügt vollkommen, für die Zwecke isostatischer Reduktionen die topographischen Lotstörungen (10) mit Weglassung des von der Krümmung der Erdoberfläche abhängenden Gliedes zu berechnen, also anstatt (10) anzuwenden:

$$\Delta D' = 0.00386\, h_0 (\sin\phi_m - \sin\phi_l) \log\frac{a_k}{a_i}; \quad (10^*)$$

die Konstante dieser Formel nimmt $\Theta = \frac{1}{2}\Theta_m$ an. Hat die Dichtigkeit Θ einen andern Betrag, so ist der aus (10*) hervorgehende Wert mit $\Theta : 2.76$ zu multiplizieren.

Nehmen wir bei geringen Meereshöhen des Geländes den plausiblen Wert $\Theta = 2.73$ an, so ist für den Dichtigkeitsdefekt des durchschnittlich 4 km tiefen Meeresraumes mit Rücksicht auf 1.03 als Dichtigkeit des Meereswassers, abgesehen vom Vorzeichen, $2.73 + 0.06 - 1.03 = 1.76$ zu setzen, damit nach Verteilung des Defekts auf die Schicht von der Stärke T wieder 2.73 herauskommt. Die Größe 0.06 gibt an, um wieviel die Dichtigkeit unterhalb des Meeres größer anzusetzen ist als beim Kontinent.

Hayford benutzt anstatt 2.73 und 1.76 die Zahlen 2.67 und 1.64. Letzterer Betrag ist nach den vorhergehenden Ausführungen doch wohl um 0.06 zu klein.

8.

Die Werte $\mathfrak{F} - \mathfrak{F}_0$ ändern sich so langsam mit a, daß man sie selbst für größere Abteilungen als konstant betrachten kann. Berechnet man für eine solche Abteilung den isostatischen Reduktionsfaktor F_0 ohne Rücksicht auf Erdkrümmung, so wird dann der Faktor F mit Rücksicht auf diese gleich

$$F = F_0 + (\mathfrak{F} - \mathfrak{F}_0). \tag{11}$$

Geht man nämlich von der Gleichung (4) aus:

$$\delta A'_{h_0} - \delta A_{-T} = \delta A'_{h_0} \cdot \mathfrak{F},$$

summiert diese über die ganze Grundfläche und setzt identisch $\mathfrak{F} = \mathfrak{F}_0 + (\mathfrak{F} - \mathfrak{F}_0)$, so folgt mit Rücksicht auf

$$\Delta A'_{h_0} - \Delta A_{-T} = \Delta A'_{h_0} \cdot F$$

die Formel:

$$\Delta A'_{h_0} \cdot F = \sum (\delta A'_{h_0} \cdot \mathfrak{F}_0) + \Delta A'_{h_0} (\mathfrak{F} - \mathfrak{F}_0).$$

Da $\delta A'_{h_0}$ für das bei isostatischer Reduktion in Betracht kommende Gebiet ohne Rücksicht auf die Krümmung der Erdoberfläche berechnet werden darf, so kann man für $\sum$ rechterhand setzen

$$\Delta A'_{h_0} - \Delta A_{-T},$$

wo beide Teile ebenso zu berechnen sind. Damit gibt die letzte Gleichung für eine Abteilung, innerhalb welcher $\mathfrak{F}_0 - \mathfrak{F}$ als konstant anzusehen ist:

$$F = \frac{\Delta A'_{h_0} - \Delta A_{-T}}{\Delta A'_{h_0}} + (\mathfrak{F} - \mathfrak{F}_0),$$

was unmittelbar (11) entspricht, da der Quotient rechterhand mit F_0 zu bezeichnen ist.

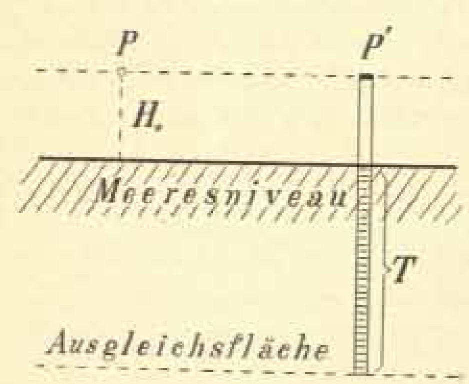
Nach bekannten Formeln ist für eine Abteilung zwischen den Radien a_i und a_k:

$$F_0 = 1 - \frac{\mathrm{Log}\,\dfrac{a_k + \sqrt{a_k^2 + T^2}}{a_i + \sqrt{a_i^2 + T^2}}}{\mathrm{Log}\,\dfrac{a_k}{a_i}}, \qquad (12)$$

worin Log den Logarithmus im Briggschen (oder irgendeinem andern) System bezeichnet (vgl. Hayford, a. a. O. S. 70). Die Tabelle I gibt diese Werte F_0 und F übersichtlich an für $T = 120$ km und $a_k : a_i = 1.5$.

9.

Wenn die Station P, in bezug auf welche die Horizontalkomponente der Anziehung zu berechnen ist, in der Meereshöhe H_0 anstatt, wie bisher angenommen, im Meeresniveau selbst liegt, so ändert sich der isostatische Reduktionsfaktor $\mathfrak{F}$ etwas und geht etwa in $\mathfrak{F}^*$ über, für welche Größe wir die Abweichung gegen $\mathfrak{F}$ ausreichend genau ohne Rücksicht auf die Krümmung der Erdoberfläche berechnen können.



Die Masse eines Säulchens vom Querschnitt dq, der Dichtigkeit Θ und der Höhe h_0 über dem Meeresniveau gibt auf P die Horizontalanziehung, wenn man sich die Masse des Säulchens in P' im Horizont von P komprimiert denkt:

$$\delta A'_{h_0} = \frac{f \Theta h_0 dq}{a^2}.$$

Dagegen gibt ein Säulchen, das vertikal unterhalb P' zwischen dem Meeresniveau und der Ausgleichsfläche liegt und das die Dichtigkeit Θ' hat, die Horizontalanziehung

$$\delta A_{-T} = f \frac{\Theta' dq}{a} \left\{ \frac{T + H_0}{\sqrt{a^2 + (T + H_0)^2}} - \frac{H_0}{\sqrt{a^2 + H_0^2}} \right\}.$$

Gibt man beiden Säulchen gleiche Masse, so wird sehr nahe $\Theta' T = \Theta h_0$. Denkt man sich das untere Säulchen als kompensierenden Massen-

defekt, so ist die isostatisch ausgeglichene Horizontalanziehung $\delta A'_{k_0} \cdot \mathfrak{F}^*_0$ des oberen Säulchens gleich $(\delta A'_{k_0} - \delta A_{-T})$. Daher folgt

$$\mathfrak{F}^*_0 = 1 - \frac{a}{T}\left\{\frac{T+H_0}{\sqrt{a^2+(T+H_0)^2}} - \frac{H_0}{\sqrt{a^2+H_0^2}}\right\}. \qquad (13)$$

Bisher wurde für $H_0 = 0$, vgl. (7), gesetzt:

$$\mathfrak{F}_0 = 1 - \frac{a}{T} \cdot \frac{T}{\sqrt{a^2+T^2}}.$$

Daher ist die Verbesserung $\mathfrak{F}^*_0 - \mathfrak{F}_0$ der früheren Annahme:

$$\mathfrak{F}^* - \mathfrak{F} = \frac{a}{T}\left\{\frac{T}{\sqrt{a^2+T^2}} - \frac{T+H_0}{\sqrt{a^2+(T+H_0)^2}} + \frac{H_0}{\sqrt{a^2+H_0^2}}\right\}, \qquad (14)$$

wobei der untere Index o linkerhand weggelassen wurde, da die Formel mit ausreichender Genauigkeit auf die sphärische Rechnung angewandt werden kann, wie man wohl ohne weiteren Nachweis erwarten darf.

Da H_0 klein gegen T ist, kann man statt (14) schreiben:

$$\mathfrak{F}^* - \mathfrak{F} = \frac{H_0}{T}\left\{\frac{a}{\sqrt{a^2+H_0^2}} - \frac{a^3}{\sqrt{a^2+T^2}^{\,3}}\right\}. \qquad (14^*)$$

Der Klammerausdruck ist in Tabelle II für die auch in Tabelle I benutzten Werte von a numerisch gegeben. Er ist null für $a = 0$ und ∞ und erreicht einen größten Wert annähernd bei $a = \sqrt[3]{H^2 T^3/3}$. Denn die Tabelle zeigt, daß fürs Maximum $T > a > H$ ist und man demgemäß annähernd für die geschlungene Klammer setzen kann:

$$1 - \frac{H_0^2}{2a^2} - \frac{a^3}{T^3},$$

womit sich die Maximalstelle wie oben ergibt.

Nach der Tabelle ist der Maximalwert der Klammer angenähert gleich 1, der Fehler der Vernachlässigung von H_0 bei Berechnung von $\mathfrak{F}$ somit $< H_0/T$. Das gibt für jeden Kilometer von H_0 höchstens rund 0.008.

Bei geringen Meereshöhen ist somit der Fehler in $\mathfrak{F}$, der aus der Vernachlässigung von H_0 entsteht, nicht erheblich. Er wird aber für Stationen mit einer Meereshöhe von mehr als 1 km von Bedeutung. Nur insofern erscheint diese verhältnismäßig nicht so groß, als in Gebirgsgegenden vielfach lokale Anomalien der Isostasie auftreten.

Tabelle II.

Verbesserung $\mathfrak{F}^* - \mathfrak{F}$ = Tabellenwert · H_0/T.

Angezogene Station in Meereshöhe H_0.

Nr.	H_0 / a km	0 km	1 km	2 km	3 km	4 km	5 km	6 km
1	0.100	1.00	0.10	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02
2	0.150	1.00	0.15	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03
3	0.225	1.00	0.22	0.11	0.07	0.06	0.04	0.04
4	0.338	1.00	0.32	0.17	0.11	0.08	0.07	0.06
5	0.506	1.00	0.45	0.25	0.17	0.13	0.10	0.08
6	0.759	1.00	0.60	0.35	0.25	0.19	0.15	0.13
7	1.139	1.00	0.75	0.50	0.36	0.27	0.22	0.19
8	1.709	1.00	0.86	0.65	0.49	0.39	0.32	0.27
9	2.563	1.00	0.93	0.79	0.65	0.54	0.46	0.39
10	3.844	1.00	0.97	0.89	0.79	0.69	0.61	0.54
11	5.767	1.00	0.99	0.94	0.89	0.82	0.76	0.69
12	8.650	1.00	0.99	0.98	0.94	0.91	0.87	0.82
13	12.975	1.00	1.00	0.99	0.97	0.95	0.93	0.90
14	19.46	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	0.96	0.95
15	29.19	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97
16	43.79	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95
17	65.7	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88
18	98.5	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
19	147.8	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
20	221.7	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
21	332.5	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
22	499	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
23	748	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
24	1122	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	$\frac{H_0}{T} =$	0.0000	0.0083	0.0167	0.0250	0.0333	0.0417	0.0500

Aus den Werten für die Ring - $\mathfrak{F}^*$ wird man die Zonen - F^* wohl genügend genau durch einfache Mittelbildung der Randwerte ableiten können (vgl. Tabelle I).

10.

Zusammenfassend ergibt sich aus dem Vorhergehenden, daß die isostatische Reduktion der Lotrichtungen entsprechend der Hypothese von Pratt-Hayford zu beginnen hat mit der »ebenen« Berechnung der Lotstörungen, welche erzeugt werden von den auf den Horizont der Station projizierten Störungsmassen. Dabei kann man mit Hayford diese Massen im Grundriß nach Huttons Vorgang einteilen (vgl. a. a. O. S. 22ff.[1]). Hierauf sind die isostatischen Reduktionsfaktoren F_0 mittels »ebener« Rechnung abzuleiten und diese für »sphärische« Rechnung sowie wegen Meereshöhe H_0 zu verbessern (um F^* zu erhalten).

[1] Vgl. auch Helmert, Theorien usw. II, 370.

Endlich ist noch nach Maßgabe von Formel (4), 2. Glied rechterhand, eine Korrektion wegen des Unterschieds von $\Delta A'_{k_0}$ und ΔA_{k_0} anzubringen, die HAYFORD als »slope correction« bezeichnet und die nur in der Nähe der Station merkbar wird, daher nach »ebenen« bekannten Formeln berechnet werden kann (a. a. O. S. 34 ff.). Diese Korrektion verkleinert immer den Absolutwert der Störung. Ihre Berechnung kann, vgl. HAYFORD, durch eine Tabelle erleichtert werden. Wir bezeichnen sie als topographische Verbesserung der Lotstörung.

Die Formel (10*) für die Lotstörung, die durch die komprimierte Masse erzeugt wird, gibt eine sehr einfache Rechnung, da bei der angegebenen Einteilung im Grundriß $\Delta D'$ einfach ein Vielfaches von h_0 wird. Für den Meeresdefekt gibt bei $\Delta \sin \phi = 0.1$ und $a_k : a_i = 1.5$ jeder Meter in h_0 0."000100 Störung, für Landmassen bei $\Theta = 2.64$ aber 0."000150.

11.

Zum Schlusse sei noch der Abweichungen gedacht, welche die Massenverteilung der Erde von der Isostasie zeigt. Bekanntlich hat HAYFORD auch auf die Reduktion der Schwerebeschleunigungen aufs Meeresniveau seine Annahme über die Massenverteilung angewandt. Die Anomalien, die sich da an den isostatisch reduzierten Einzelwerten gegenüber einer dem Ganzen angepaßten Normalformel von der bekannten Gestalt zeigen, kann man zur Ableitung einer ideellen Störungsschicht im Meeresniveau benutzen. Bei Annahme von $\Theta = 2.4$ entspricht jedem 0.001 cm in der Schwere eine Stärke von 10 m der Störungsschicht.

Da diese Massen bei der Berechnung der Lotstörung noch nicht berücksichtigt sind, müßte nun ihre Horizontalanziehung (wie die topographische Anziehung) noch in Rechnung gezogen werden.

Dieses Verfahren ist allerdings nur für die Festländer brauchbar, da zur Zeit für die Meeresflächen nur wenig Beobachtungen vorliegen und ihre Vermehrung in absehbarer Zeit wohl nur in beschränktem Maße vor sich gehen wird.

Immerhin dürfte es nützlich sein, die Bedeutung der Schweremessungen als Mittel zur Prüfung des Bestehens der Isostasie bei Lotstörungsrechnungen im Auge zu behalten.

Beobachtung der Änderung der Intensität der Schwerkraft durch den Mond.

Von Dr. W. SCHWEYDAR
in Potsdam.

Vorgelegt von Hrn. F. R. HELMERT.

Durch die Flutkraft des Mondes wird die Richtung und die Intensität der Schwerkraft eines Ortes der Erde periodisch geändert. Seitdem es zuerst E. VON REBEUR-PASCHWITZ gelungen war, die sehr kleine Lotbewegung unter dem Einfluß des Mondes (halbe Amplitude bei absoluter Starrheit der Erde 0.0174") mit einem Horizontalpendel zu messen, ist diese Größe wiederholt durch längere Beobachtungsreihen genauer untersucht worden. Das Pendel verzeichnet eine scheinbare Lotstörung, d. h. die Änderung der Neigung der Niveaufläche gegen die feste Erdscholle. Die Beobachtung muß für die Lotstörung um so geringere Werte liefern, als die feste Erde sich der neuen Lage der Niveaufläche anpaßt, so daß der Vergleich der Messung mit dem für die absolut starre Erde gültigen Wert einen Schluß auf die Nachgiebigkeit der Erde gegen die Flutkraft zuläßt.

Bezeichnet W_2 das Potential der Flutkraft des Mondes, so ist die Höhe der Deformation der elastischen Erde $u_0 = k\frac{W_2}{g}$ und die Änderung des Potentials der Erde infolge ihrer Gestaltsänderung $h\,W_2$, wo h und k Zahlen kleiner als eins sind, und g die mittlere Schwerebeschleunigung an der Erdoberfläche bedeutet. Ist W_2' der Differentialquotient von W_2 in einem beliebigen Azimut, so beträgt die scheinbare Lotstörung in dieser Richtung

$$\frac{1}{ag}W_2'(1+h-k)\,.$$

Die Größen h und k sind Funktionen der Verteilung der Dichte und Elastizität im Erdkörper; der Schluß auf die Höhe der elastischen Gezeiten und die Elastizität der Erde aus den Beobachtungen ist daher an gewisse

Voraussetzungen geknüpft, die eine Relation zwischen h und k ermöglichen.

Auf Grund des Wiechertschen Dichtegesetzes und der Annahme der Inkompressibilität der Erde sowie unter Berücksichtigung des merklichen Einflusses der Meeresgezeiten auf das feste Land hat Verfasser berechnet, daß die Starrheit der Erde das Zwei- bis Dreifache der des Stahles besitzt.

Die Beobachtungen der scheinbaren Lotstörung würden durch Messung der Variation der Intensität der Schwerkraft durch die Flutkraft insofern eine wesentliche Ergänzung erfahren, als im letzteren Falle absolute Änderungen gemessen würden.

Bezeichnet m die Masse des Mondes in Einheiten der Erdmasse, c seine Entfernung vom Zentrum der Erde, z seine Zenitdistanz für einen beliebigen Punkt der Erde im Abstand r vom Zentrum der Erde und a den Radius der als Kugel gedachten Erde, so ist das Potential der Flutkraft in dem betrachteten Punkte:

$$W_2 = \frac{3}{2} mg \frac{a^2}{c^3} r^2 \left(\cos^2 z - \frac{1}{3}\right).$$

Setzen wir

$$\tau = \frac{3}{2} m \frac{a^3}{c^3}$$

und rechnen die Richtung nach dem Erdzentrum positiv, so folgt für die Änderung der Schwerkraft an der Oberfläche der absolut starren Erde:

$$\frac{dg}{g} = -2\tau\left(\cos^2 z - \frac{1}{3}\right) = -16.8 \times 10^{-8}\left(\cos^2 z - \frac{1}{3}\right).$$

Die maximale Variation beträgt in Zentimetern $dg = 0.000164$ cm.

Für den Nachweis dieser periodischen Schwerestörung aus fortlaufenden, einen großen Zeitraum umfassenden Beobachtungen mit einem genügend empfindlichen Apparat empfiehlt sich die harmonische Analyse. Indem wir auf die aus der Gezeitentheorie bekannten Entwicklungen des Potentials[1] verweisen und nur die wichtigsten Glieder hervorheben, schreiben wir

$$W_2 = M_2 + O + K_1 + \cdots.$$

Hierin ist M_2 das halbtägige Hauptmondglied; O und K_1 sind eintägige Deklinationsglieder. In K_1, das die Periode eines Sterntages

[1] G. H. Darwin und S. S. Hough, Bewegung der Hydrosphäre. Enzyklopädie der mathem. Wissenschaften Bd. VI, 1. B., S. 36. G. H. Darwin, Scientific papers. Vol. I, S. 20.

hat, vereinigt sich die Wirkung des Mondes und der Sonne, daher nennt man es lunisolar.

Die Periode von M_2 beträgt 12.4206, die von O 25.8194 M. Z.-Stunden.

In der folgenden Definition bezeichnet e die Exzentrizität und J die Neigung der Mondbahn gegen den Erdäquator, ϕ die geographische Breite, t die mittlere Ortszeit, V den von den Längen der Sonne und des Mondes abhängenden Teil des Arguments und i die Änderung des Arguments in 1^h M. Z. Der Faktor F_2 in K_2 ist auf die Zusammenziehung des Mond- und Sonnenanteils zurückzuführen; wegen seiner Definition sei auf die Zusammenstellung[1] des Verfassers verwiesen

$$M_2 = \frac{1}{2}\tau g \frac{r^2}{a}\left(1-\frac{5}{2}e^2\right)\cos^4\frac{J}{2}\cos^2\phi\cos(i_{m_2}t+V_{m_2})$$

$$O = \frac{1}{2}\tau g \frac{r^2}{a}\left(1-\frac{5}{2}e^2\right)\sin J\cos^2\frac{J}{2}\sin 2\phi\cos(i_o t+V_o)$$

$$K_2 = \frac{1}{2}\tau g \frac{r^2}{a}\left(1+\frac{3}{2}e^2\right)F_2\sin J\cos J\sin 2\phi\cos(i_{k_2}t+V_{k_2}).$$

Der Wert von τ ist $\tau = 8.40\times 10^{-8}$.

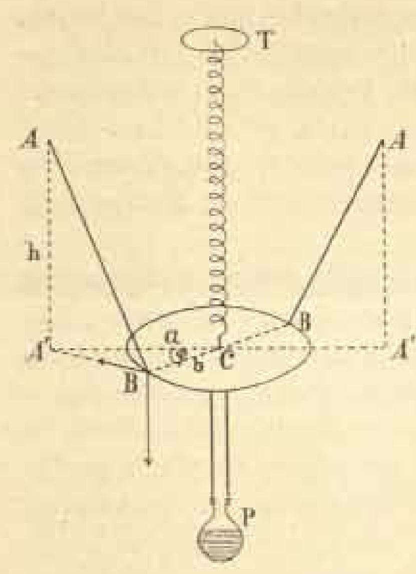
Für die Erdoberfläche $(r=a)$, die Breite von Potsdam $\phi = 52°23'$ und $J = 28.6°$ ergibt sich aus dem Voranstehenden:

$$(1)\qquad -\frac{dg}{g}10^8 = 2.76\cos(i_{m_2}t+V_{m_2})+3.65\cos(i_o t+V_o)+ \\ +4.78\cos(i_{k_2}t+V_{k_2})+\cdots.$$

Um diese äußerst geringe Größe durch Beobachtungen festzustellen, wählte ich das von A. von Schmidt angegebene Gravimeter, das die Bezeichnung Trifilargravimeter erhalten hat. Das Prinzip des Instruments ist von von Schmidt ausführlich in Bd. 4 der »Beiträge zur Geophysik«, hrsg. von G. Gerland, S. 109ff., beschrieben. Die wichtigsten Teile eines hiernach konstruierten Apparates sind mir von Hrn. Geheimrat Hauszmann freundlichst zur Verfügung gestellt worden. Ich benutzte den Apparat als Bifilargravimeter. Da das Instrument im allgemeinen wenig bekannt ist, so sei es im folgenden beschrieben, wobei ich mich an den zitierten Aufsatz von von Schmidt anlehne.

In einem etwa 140 cm hohen Glaszylinder von 12 cm Durchmesser ist ein Gewicht P auf doppelte Art aufgehängt. Sein größter Teil wird durch eine Feder, die aus einer großen Anzahl von Windungen sorgfältig gehärteten, 0.6 mm dicken Stahldrahtes hergestellt ist, getragen. Die Feder ist an einem Torsionskreis T (siehe die sche-

[1] W. Schweydar, Harmonische Analyse der Lotstörungen durch Sonne und Mond. Veröffentl. d. Kgl. Preuß. Geod. Inst. N. F., Nr. 59, 1914, S. 8.



matische Figur) aufgehängt. Den kleineren Teil des Gewichts halten zwei gleich lange Fäden, die an zwei festen einander gegenüberliegenden Punkten A des Glaszylinders und an dem Gewicht befestigt sind. Das Gewicht besteht aus einer kleinen mit Quecksilber gefüllten Flasche, die in ein kurzes Messingrohr eingehängt ist; oberhalb des Rohres ist eine leichte kreisförmige Scheibe von 6 cm Durchmesser befestigt, die am Rande zwei gegenüberliegende Häkchen B trägt, an denen die Fäden angreifen. Das Gewicht P beträgt 377 g und zieht die Feder auf etwa 80 cm aus. Bei untordierter Feder stellen sich die Fäden AB in Vertikalebenen ein, die durch die Scheibenmitte C gehen. Wird durch Drehen des Torsionskreises um den Winkel α die Feder tordiert, so dreht sich die Scheibe mit dem Gewicht um einen horizontalen Winkel ϕ, der um so kleiner als α ist, je kleiner das Drehmoment D ist, welches die um die Winkeleinheit verdrehte Feder der aufgehängten Last erteilt. Die Fäden werden aus ihrer ursprünglichen Vertikalebene herausgedreht und stehen schief zueinander. Es stellt sich ein Gleichgewicht her zwischen dem Drehmoment $D(\alpha-\phi)$, das die Feder erzeugt, und dem bifilaren Drehmoment X, das von dem geringen Teil des Gewichts herrührt, der von den Fäden getragen wird.

Es sei die Entfernung eines Punktes A von der Achse des Apparates gleich a, die eines Punktes B gleich b, die senkrechte Höhe der Fadenaufhängung AA' über der Scheibenebene gleich h und der in jedem Punkte B durch die Spannung der Fäden getragene Gewichtsanteil $\frac{p}{2}$. Die horizontalen Komponenten der Fadenspannung in den Richtungen BA' geben für das Drehmoment X den Wert

$$X = p\frac{ab}{h}\sin\phi\,.$$

Bei Anwendung von genügend langen Fäden und einer weichen Feder können die Größen p und h, die mit ϕ veränderlich sind, als nahezu konstant angesehen werden. Im Gleichgewicht ist

$$D(\alpha-\phi) = p\frac{ab}{h}\sin\phi\,. \tag{2}$$

Der Apparat zeigt eine sehr interessante Erscheinung. Für kleine, meist unter 90° liegende Werte von ϕ ist seine Gleichgewichtslage zunächst stabil. Vergrößert man ϕ durch Drehen am Torsionskreis, so erreicht man eine Stellung, wo das Gewicht plötzlich um 180° herumschlägt, wobei sich die Fäden um die Feder wickeln und in die Gefahr des Reißens geraten. Der Apparat hat an dieser Stelle eine labile Gleichgewichtslage.

Jede Änderung des Gewichtes P äußert sich, soweit die Spannung der Feder nur sehr kleinen Änderungen unterworfen ist, ganz als Variation des Gewichtsanteils p. Aus (2) geht hervor, daß hiermit ein Winkelausschlag verknüpft ist. Da jede Störung der Beschleunigung g der Schwere eine proportionale Änderung des Gewichts P bedingt, so stellt der Apparat ein Gravimeter dar. Er zeigt jede vertikale Beschleunigung an und ist deshalb auch als Seismometer benutzt worden.

Aus (2) folgt:

$$d\phi = -\frac{ab \sin\phi}{Dh + pab\cos\phi}\,dp. \tag{3}$$

Man sieht, daß die Empfindlichkeit für verschiedene Winkelwerte ϕ verschieden ist. Die oben erwähnte labile Gleichgewichtslage wird erreicht, sobald $\cos\phi = -\frac{Dh}{pab}$ wird. In der Nähe dieser Stellung ist der Apparat für jede kleine Änderung von p und somit auch g äußerst empfindlich. Da

$$\frac{dp}{P} = \frac{dg}{g}$$

ist, so wird

$$dg = -\frac{g}{P}\,\frac{Dh + pab\cos\phi}{ab\sin\phi}\,d\phi. \tag{4}$$

Abgesehen von der notwendigen Annäherung an die labile Gleichgewichtslage wird man zur Erreichung hoher Empfindlichkeit D und p klein, P groß und h nicht zu groß im Vergleich zu a und b gestalten. Bei Erfüllung der letzten Bedingung dürfte in den Formeln (3) und (4) das von $\frac{dh}{d\phi}$ abhängige Glied nicht vernachlässigt werden. Andererseits darf mit Rücksicht auf die Schonung der Feder h im Vergleich zu a und b nicht zu klein sein.

Die Einstellung des Apparates auf die höchste Empfindlichkeit durch Vergrößerung von α muß mit größter Vorsicht durch Feinbewegung des Torsionskreises ausgeführt werden, da sonst die kritische Lage erreicht wird und die Fäden in Unordnung geraten. Die Empfind-

lichkeit des Apparates prüft man durch Auflegen eines kleinen Gewichtes auf die Scheibe *C* und Messen des Winkelausschlags.

Für photographische Registrierung ist an dem Gewicht *P* ein kleiner Spiegel befestigt.

Der Apparat ist äußerst empfindlich für Temperaturänderungen. Es war bisher nicht möglich, den Einfluß des Mondes auf die Schwerkraft trotz genügender Empfindlichkeit zu messen; die Gleichgewichtslage wies zu große Schwankungen auf. Dies lag daran, daß man nicht genügend konstante Temperatur hatte und für die seitlichen Fäden Seidenfäden verwendete. Auch waren die Störungen durch Verkehr zu groß.

Ich ersetzte die Fäden durch künstlich gealterte Platin-Iridiumdrähte von 0.04 mm Dicke und stellte den Apparat in der 25 m tief gelegenen Kammer auf, die seitlich an das 42 m tiefe Brunnenrohr der Observatorien angebaut ist. Hier ändert sich die Temperatur im Laufe eines Jahres nur um etwa 0.2°. Für die Beobachtung der periodischen Änderung der Schwerkraft durch den Mond ist es von größter Wichtigkeit, daß die tägliche Temperaturschwankung im Beobachtungsraum völlig Null ist. Dies war in der Brunnenkammer zu erwarten. Um mich hiervon zu überzeugen, ließ ich in den Apparat um die Feder herum ein Bourdonrohr einbauen, dessen Bewegung gleichzeitig mit der des Gravimeters registriert wurde. Obwohl man Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages von weniger als 0.001° hätte erkennen können, ergab doch der Spiegel des Bourdonrohres völlig gerade Kurven.

Ferner zeigte es sich, daß Erschütterungen durch gelegentlich in der Nähe des Brunnens vorüberfahrende Lastwagen in der Tiefe von 25 m völlig abgedämpft werden.

Die Bewegung des Spiegels am Gravimeter wurde in der bekannten Weise photographisch registriert. Der Abstand des Spiegels von dem Spalt der Lampe und der Walze des Registrierwerks betrug 320 cm. Seitlich am Glaszylinder wurde ein fester Spiegel mit Linse angebracht, der auf der Walze den unbeweglichen Lichtpunkt und somit die Basislinie zur Messung der Ordinaten der Kurven des beweglichen Lichtpunktes lieferte. Der Sinn der Torsion am Torsionskreis war so gewählt, daß bei einer Vergrößerung des Gewichtes *P* die Ordinaten der Kurven zunahmen. Die Prüfung der Empfindlichkeit erfolgte durch Auflegen von 0.0138 g auf die Scheibe des 376.99 g betragenden Gewichtes *P*. Der Winkel ϕ war durch Einstellung des Torsionskreises so gewählt, daß der Apparat in der Nähe der labilen Gleichgewichtslage sich befand. Beim Auflegen des kleinen Gewichts bewegte sich der Lichtpunkt auf der Walze um etwa 43 mm. Es ent-

sprach demnach eine Ordinatenänderung von 1 mm dem Wert 0.84×10^{-6} für $\frac{dp}{p}$ oder $\frac{dg}{g}$. Da die Empfindlichkeit sich mit dem Winkel ϕ ändert, so war sie eine Funktion der Ordinate; ihre Änderung wurde für die Walzenbreite bestimmt. In einem Abstand von 10 mm von der Basislinie betrug sie 0.836×10^{-6}, im Abstande von 120 mm dagegen 0.920×10^{-6}. Mit diesen Konstanten wurden die Millimeterwerte der Ordinaten multipliziert. Seit Januar 1914 ist die Empfindlichkeit verdoppelt worden.

Der Registrierapparat war durch Verlängerung des Pendels der Uhr so eingerichtet, daß seine Bedienung nur alle vier Tage nötig wurde. Dies hatte den Vorteil, daß das Gravimeter nicht zu häufig Störungen ausgesetzt war. Durch Betreten des kleinen Raumes der Kammer tritt eine Erwärmung ein, die den Apparat für mehrere Stunden beeinflußt.

Die Beobachtungen begannen 1913 Jan. 12 0.5^h (Mittag, M. E. Z.).

Der Nullpunkt erwies sich so konstant, daß eine Korrektion nur etwa alle zwei Monate und noch seltener nötig war. Der sehr regelmäßige, immer im Sinne einer Gewichtsvermehrung auftretende Nullpunktsgang war darauf zurückzuführen, daß infolge der großen Feuchtigkeit in der Kammer das Gewicht sich allmählich mit einer sehr dünnen Flüssigkeitshaut überzog. Um diese Erscheinung abzuschwächen, wurde unter den unten offenen Glaszylinder des Gravimeters ein Gefäß mit Schwefelsäure gestellt, die alle sechs Wochen erneuert werden mußte.

Mit Rücksicht darauf, daß es sich um die Ermittelung sehr kleiner Größen handelt, mußten die Luftdruckschwankungen berücksichtigt und die stündlich abgelesenen Ordinaten der Gravimeterbewegung auf den luftleeren Raum reduziert werden. Zu diesem Zwecke sind mir die stündlichen Barographenablesungen vom Kgl. Meteorologischen Observatorium in Potsdam freundlichst zur Verfügung gestellt worden.

Das von dem Gewicht verdrängte Luftvolumen beträgt 30 ccm. Da 1 ccm Luft etwa 0.001293 g wiegt, so vergrößerte sich der Auftrieb um 0.00051 g beim Steigen des Luftdrucks um 10 mm. Dies entspricht einer Verminderung von $\frac{dp}{p}$ um 1.35×10^{-6} und einer Ordinatenänderung von etwa 1 mm.

Zum Schutze gegen die Wärmestrahlung beim Betreten der Kammer ließ ich um den Apparat einen mit Stanniolpapier beklebten Leinwandkasten stellen, der später durch einen zweiten ähnlichen Kasten umhüllt wurde. Von dieser Zeit an zeigten sich in der Bewegung des Apparates Schwankungen, die, wie ich erst später erkannte, mit dem äußeren Luftdruck parallel, jedoch entgegengesetzt einer Auftriebs-

änderung gingen. Diese Störungen sind vielleicht auf eine adiabatische Erwärmung des Schutzkastens und somit der Feder des Apparats zurückzuführen, da bei jenem eine kleine Wärmekapazität vorauszusetzen ist und die Kammer thermisch sehr gut abgeschlossen war. Vielleicht lag auch der Grund in Luftströmungen, die durch Luftdruckschwankungen erzeugt werden. In den Aufzeichnungen des Gravimeters zeigen sich häufig Wellen von 8—12 und mehr Minuten, die nach einer brieflichen Mitteilung auch Hr. Geheimrat A. von Schmidt früher beobachtet hat. Hr. Dr. Marten hatte die Freundlichkeit, diese Störungen mit den Registrierungen eines sehr empfindlichen Luftdruckmessers zu vergleichen. Es ergab sich eine völlige Übereinstimmung mit Variationen des Luftdrucks derselben Periode, und zwar in einem der Auftriebswirkung entgegengesetzten Sinne.

Diese Störungen des Gravimeters sollen durch luftdichten Abschluß des Apparats künftig beseitigt werden.

Mit Rücksicht auf die genannten Störungen mußte darauf verzichtet werden, aus einem kaum ein Jahr umfassenden Beobachtungsmaterial die eintägigen Glieder der Schwerevariation abzuleiten. Dagegen bestand die Aussicht, das halbtägige, M_2 entsprechende Glied zu finden.

Zu diesem Zweck wurden die stündlichen Ablesungen nach M_2-Stunden in der üblichen Weise gruppiert. An diesen Rechnungen beteiligte sich Hr. Regierungslandmesser Hildner. Nach Elimination des Nullpunkts und Abzug einer Konstante ergaben sich folgende Summen der Ordinaten über 295 Tage in Einheiten von $g \times 10^{-6}$. Dem Wachsen der Ordinaten entspricht ein Wachsen von g. Bei der Reduktion auf den luftleeren Raum ist eine Konstante abgezogen.

M_2-Stunde	$10^6 \sum \frac{dg}{g}$	Red. auf den luftleer. Raum
0	−12.43	13.10
1	−17.51	12.71
2	−21.60	12.90
3	−22.06	13.80
4	−20.96	14.46
5	−19.34	14.36
6	−17.23	14.08
7	−14.27	13.74
8	− 9.28	13.50
9	+ 0.40	13.14
10	− 0.19	12.47
11	− 6.42	12.04

Nach Berücksichtigung der Korrektion in der dritten Spalte und Division mit 295 folgen für $\frac{dg}{g}$ in Einheiten 10^{-8} die Werte:

M_2-Stunde	$10^8 \frac{dg}{g}$		
	beobachtet	ausgeglichen	theoretisch
0	+0.2	+0.7	+0.7
1	−1.6	−1.0	−0.7
2	−2.9	−2.4	−1.9
3	−2.8	−3.2	−2.7
4	−2.2	−3.1	−2.7
5	−1.7	−2.2	−2.0
6	−1.1	−0.7	−0.7
7	−0.2	+1.0	+0.7
8	+1.4	+2.4	+1.9
9	+4.6	+3.2	+2.7
10	+4.2	+3.1	+2.7
11	+1.9	+2.2	+2.0

Die Werte in der letzten Spalte beziehen sich auf die absolut starre Erde. Den beobachteten Änderungen entspricht der Ausdruck:

$$\frac{dg}{g} = \underset{\pm 0.38}{3.28} \times 10^{-8} \cos(2t + 77.5^\circ),$$

der den Zahlen der dritten Spalte zugrunde liegt. Die Amplitude ist mit dem von Börgen für halbtägige Glieder berechneten, bei dieser Methode erforderlichen Vermehrungsfaktor: 1.0115 zu multiplizieren. Die Beobachtung ergibt demnach für das halbtägige Glied der Schwereänderung durch den Mond den Ausdruck

$$\frac{dg}{g} = \mathbf{3.32 \times 10^{-8} \cos(2t + 77.5^\circ)}. \tag{5}$$

Den entsprechenden Ausdruck bei absoluter Starrheit der Erde findet man nach (1) ($V_{m_2} = -105.3^\circ$).

$$\frac{dg}{g} = 2.76 \times 10^{-8} \cos(2t + 74.7^\circ). \tag{6}$$

Um zu sehen, ob auch ein Teil des Beobachtungsmaterials einen ähnlichen Wert mit richtiger Phase ergibt, habe ich die Mittel der Ordinaten über 156 Tage ausgeglichen. Ich fand

$$\frac{dg}{g} = 2.51 \times 10^{-8} \cos(2t + 60.0^\circ).$$

Nennen wir das Verhältnis der beobachteten Amplitude zu der für eine absolut starre Erde gültigen α, so folgt aus (5) und (6)

$$\alpha = \mathbf{1.20}.$$

Wir betrachten jetzt die Schwerestörung auf der elastischen Erde. In der ungestörten Oberfläche, die wir als Kugelfläche auffassen, sei das Gravitationspotential der Erde V_0. Die Erhebung der gestörten Oberfläche über die Kugelfläche infolge der Flutwirkung sei u_0 und das Potential der Flutkraft W_2. Infolge der Gestaltsänderung der Erde ändere sich das Potential V_0 um V_1. Das Potential auf der deformierten Oberfläche der Erde ist:

$$V = V_0 + u_0 \frac{dV_0}{dr} + V_1 + W_2 .$$

Da $\frac{dV_0}{dr} = -g$ ist, so wird

$$V = V_0 - u_0 g + V_1 + W_2 .$$

Die Deformation der Kugel wird als eine die Kugelfläche bedeckende Massenbelegung aufgefaßt, deren Dichte entsprechend der Deformation durch W_2 einer Kugelfunktion zweiten Grades proportional ist. Das Potential dieser Massenbelegung ist gleich V_1. Dieses hängt von der Dichte- und Elastizitätsverteilung im Erdkörper ab (vgl. G. Herglotz, Zeitschr. für Mathem. und Physik Bd. 52, S. 279). Wie auch dieses Gesetz beschaffen ist, V_1 wird für äußere Punkte von der Form[1] $A \frac{W_2}{r^3}$ oder $A \frac{P_2}{r^3}$ sein, wo P_2 eine Kugelflächenfunktion zweiten Grades und r der Abstand des angezogenen Punktes vom Zentrum der Kugel ist.

Demnach folgt für äußere Punkte:

$$\frac{\partial V_1}{\partial r} = -3 \frac{V_1}{r} .$$

In der deformierten Oberfläche sei

$$V_1 = hW_2 :$$

Dann folgt für die Schwerestörung in derselben Fläche:

$$dg = + u_0 \frac{2g}{a} + \frac{2W_2}{a} - \frac{3hW_2}{a} ,$$

da $\left(\frac{dg}{dr}\right)_{r=a} = -\frac{2g}{a}$ und $\left(\frac{\partial W_2}{\partial r}\right)_{r=a} = \frac{2W_2}{a}$ ist. Die Schwerestörung bei absoluter Starrheit der Erde ist $\frac{2W_2}{a}$. Setzen wir

$$u_0 = k \frac{W_2}{g} ,$$

[1] Thomson und Tait, Handbuch der theoretischen Physik Bd. 2, S. 73.

so erhalten wir für α

$$(7) \qquad \alpha = 1 + k - \frac{3}{2} h.$$

Das Verhältnis der mit einem Horizontalpendel beobachteten Lotstörung zu der für eine absolut starre Erde gültigen sei β. Nach der Ausführung auf S. 454 ist

$$(8) \qquad \beta = 1 - k + h.$$

Aus (7) und (8) geht hervor, daß die Verbindung von Gravimeter- mit Horizontalpendelbeobachtungen die Höhe der elastischen Gezeiten und der Deformation der Niveaufläche $(1 + h)$ ohne Rücksicht auf irgendein Dichtegesetz und eine Elastizitätstheorie erkennen läßt.

Die Horizontalpendelbeobachtungen geben für das Glied M_2 der Lotstörung

$$\beta = \frac{2}{3}.$$

Mit $\alpha = 1.20$ ergibt sich

$$(9) \qquad h = 0.26, \qquad k = 0.59,$$

d. h. die ganze maximale Amplitude der halbtägigen elastischen Tide beträgt etwa 32 cm, für Potsdam etwa 12 cm. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß unser Resultat der Gravimeterbeobachtungen und somit das Verhältnis α noch nicht sehr genau ist. Hierzu ist ein größeres Beobachtungsmaterial erforderlich.

Abgesehen hiervon würde man dennoch die Elastizität der Erde sehr überschätzen, wenn man ihrer Berechnung die obigen Zahlen für h und k zugrunde legen wollte, ohne den merklichen Einfluß der Meeresgezeiten zu berücksichtigen. Wie ich in meiner Arbeit »Untersuchungen über die Gezeiten der festen Erde« usw.[1] gezeigt habe, werden die halbtägigen Tiden des festen Landes durch die entsprechenden Tiden des Meeres vergrößert, d. h. k ist größer und β ist kleiner als beim Fehlen der Ozeane. Dies liegt daran, daß die halbtägigen dynamischen Meerestiden im wesentlichen umgekehrt sind; d. h. Niedrigwasser entspricht dem Fluten des Landes.

In der genannten Arbeit ist darauf hingewiesen, daß die eintägigen Glieder in der Lotstörung zuverlässigere Werte für die Elastizität geben müssen, weil hier der Einfluß des Meeres stark herabgesetzt

---

[1] Veröffentl. d. Kgl. Preuß. Geod. Inst. N. F., Nr. 54.

wird oder nahezu wegfällt. Sind k_0 und h_0 die k und h entsprechenden Größen beim Fehlen der Ozeane, so liefern die eintägigen Glieder[1]

$$\beta_0 = 1 + h_0 - k_0 = 0.81 . \tag{10}$$

Bezeichnet h_s die h entsprechende Größe, wenn die störende Meerestide statisch ist (Polflut), τ_0 die EULERsche, τ die CHANDLERsche Periode der Polbewegung, e die Elliptizität der Meridianellipse und ist $m = \frac{a\omega^2}{g}$ das Verhältnis der Zentrifugalkraft am Äquator zur Schwerkraft, so ist die von A. E. H. LOVE[2] gegebene Relation zu schreiben:

$$1 - \frac{\tau_0}{\tau} = h_s \frac{m}{2e - m} .$$

Diese Beziehung ist unabhängig von dem Gesetz der Dichte- und Elastizitätsverteilung der Erde. Mit $m = \frac{1}{288}$, $e = \frac{1}{298}$ und $\frac{\tau_0}{\tau} = 0.70$ findet man

$$h_s = 0.28.$$

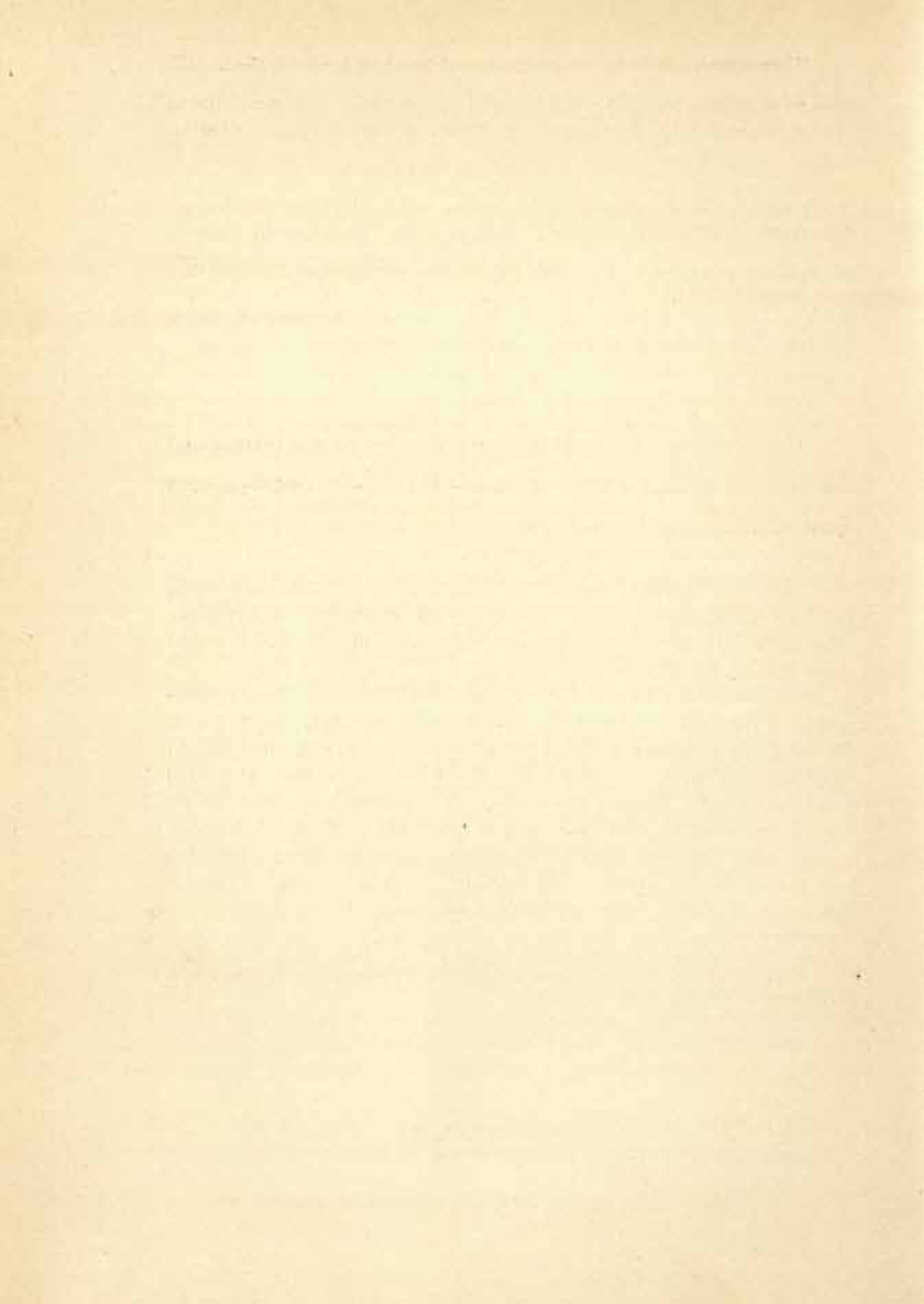
Nach den Ausführungen meiner Arbeit wirken die Meeresgezeiten wie eine Massenbelegung der ungestörten Oberfläche von der Dichte ρ $(H - u_0)$, wo H die Deformation des Meeres, u_0 die des Landes und ρ die Dichte des Meeres ist.

Da die Polflut statisch ist, so läßt sich mit Hilfe eines Dichtegesetzes, das hierbei aber keine große Bedeutung hat, leicht aus h_s die Größe h_0 schätzen; doch soll hier nicht näher darauf eingegangen werden. Die Schätzung ergibt für h_0 etwa 0.21, woraus nach (10) $k_0 = 0.40$ folgt. Hieraus findet man für die Starrheit der Erde als Ganzes den Wert $15 \times 10^{11} cgs$. Wegen des nicht genügend bekannten dynamischen Einflusses auf die halbtägigen Tiden des Meeres läßt sich aus den durch die Beobachtung ermittelten Größen h und k (9) der Wert von h_0 und k_0 nicht so leicht schätzen.

[1] W. SCHWEYDAR, Harmonische Analyse usw., ebenda N.F., Nr. 59, S. 2 und 46.

[2] A. E. H. LOVE, The yielding of the earth to disturbing forces. Proc. Roy. Soc. London. Vol. 82, S. 80.

Ausgegeben am 23. April.



1914.

XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Sitzung der philosophisch-historischen Classe vom 16. April.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

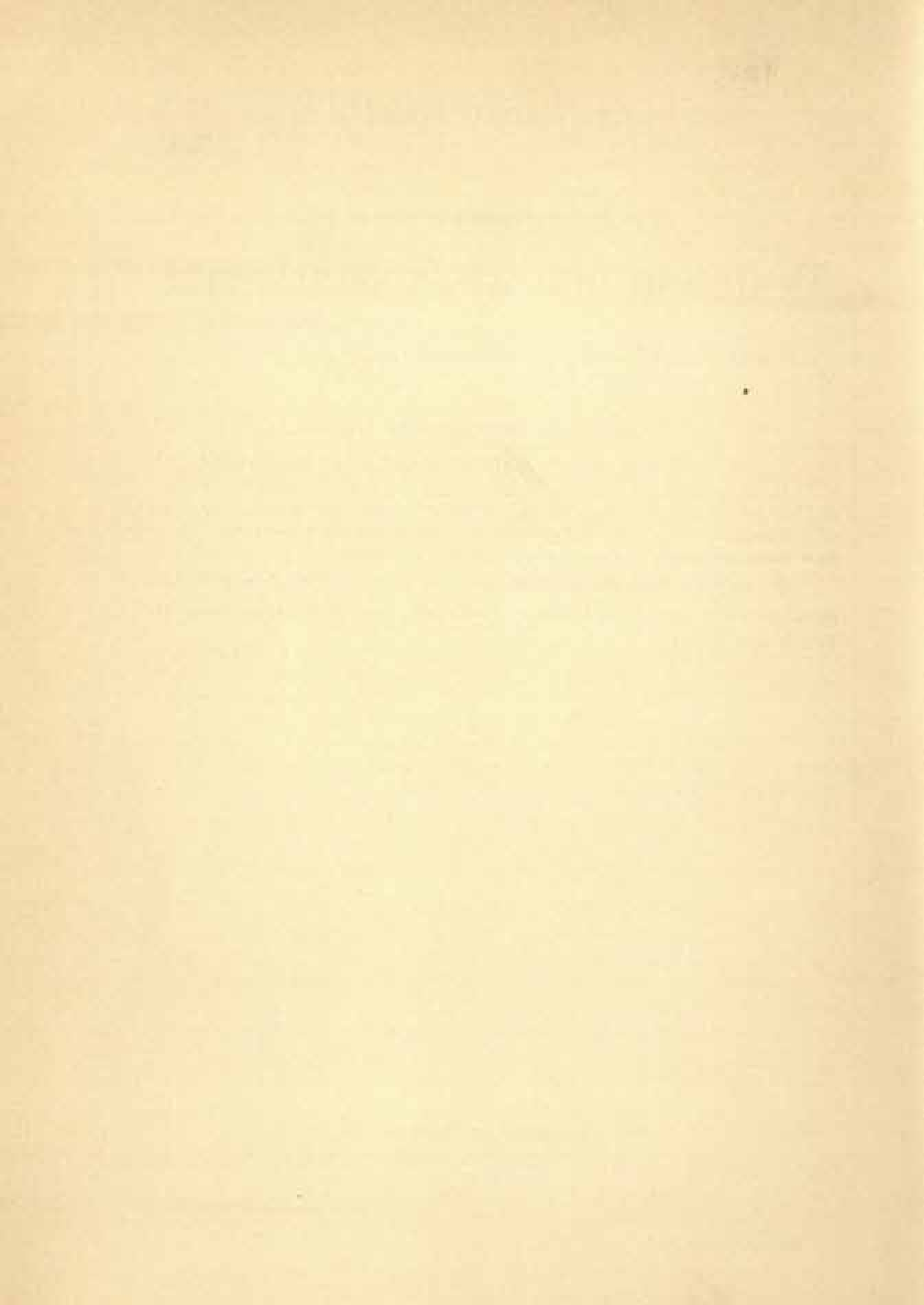
*1. Hr. Diels las: Zur Geschichte der Alliteration. I.

Die Untersuchung beabsichtigt festzustellen, ob und inwieweit die antike Alliteration auf die irische und germanische Poesie Einfluß gewonnen haben könne. Zunächst wird versucht nachzuweisen, daß die Griechen Alliteration als beabsichtigte Klangfigur weder in der Poesie noch in der Prosa verwandt haben.

2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff legte das Werk von M. Rostovcev über antike dekorative Malereien in Südrussland vor (St. Petersburg 1914).

Ausgegeben am 23. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1914.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Gesammtsitzung vom 23. April.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Hirschfeld las als Fortsetzung einer früheren Mitteilung (Sitzungsber. 1912 S. 33): Kleine Beiträge zur römischen Geschichte.

Sie betreffen: 1. Livius' Bericht über Hannibals Alpenübergang; 2. den Redner bei Sullas Bestattung; 3. L. Ateius Capito; 4. die Abfassungszeit des Kapitolinischen Stadtplans und der Kapitolinischen Fasten; 5. Codex Justinianus VII, 9, 3; 6. zwei Angaben des Suetonius (Cäsar c. 9, Nero c. 49); 7. Faustina senior. Dieselben werden später an einem andern Ort erscheinen.

2. Das correspondirende Mitglied Hr. Loofs in Halle übersandte eine Mittheilung: »Zwei mazedonianische Dialoge«. (Ersch. später.)

Die Abhandlung stellt zunächst etwa 30 »mazedonianische« Zitate in den Libri tres de trinitate des Didymus zusammen und löst aus dem pseudoathanasianischen Dialogus I contra Macedonianos einen kurzen Dialog mazedonianischer Herkunft aus. Dann zeigt sie, daß die Mehrzahl der Didymuszitate aus einem größern mazedonianischen Dialoge stammt, der Didymus vorlag, während einige wenige dem Dialogus I contra Macedonianos entnommen sind, den Didymus benutzt hat. Endlich werden Spuren des größern mazedonianischen Dialogs in dem pseudoathanasianischen Dialogus III de sancta trinitate nachgewiesen.

3. Hr. von Harnack übergab eine Abhandlung des Hrn. Dr. Fritz Schillmann in Berlin: »Der Antheil König Friedrich Wilhelms IV. an der Berufung der Brüder Grimm nach Berlin«.

Es wird auf Grund eines bisher größtenteils noch nicht publizierten Materials gezeigt, daß die Berufung der Brüder Grimm nach Berlin auf die Initiative des Königs zurückgeht und daß der Anteil Bettine von Arnims von ihr selbst überschätzt worden ist.

4. Hr. von Wilamowitz überreichte im Auftrage von Hrn. Prof. Alfred Dove in Freiburg i. Br. 73 Briefe Theodor Mommsens an den Leipziger Physiologen Carl Ludwig als Geschenk.

Das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Karl Chun in Leipzig ist am 11. April verstorben.

Der Anteil König Friedrich Wilhelms IV. an der Berufung der Brüder Grimm nach Berlin.

Von Dr. Fritz Schillmann.

(Vorgelegt von Hrn. von Harnack.)

Im Jahre 1885 hat Heinrich von Sybel an dieser Stelle[1] zur Erinnerung an die hundertste Wiederkehr des Geburtstages von Jacob Grimm eine Darstellung der Verbannung der Brüder Grimm aus Göttingen und ihrer Berufung nach Berlin gegeben. Schon früher hatte Camillus Wendeler im Anhang zu seiner Ausgabe des Briefwechsels des Freiherrn von Meusebach mit den beiden Gelehrten[2] ausführlich, unter Benutzung sämtlicher ihm zugänglicher Quellen, über die Berufung nach Berlin gehandelt. Beide Untersuchungen stimmen darin überein, daß es in erster Linie Bettine von Arnim war, deren begeistertem Eintreten für die Freunde es gelang, sie für Berlin zu gewinnen, daß auch sie vor allem den entscheidenden Anstoß bei König Friedrich Wilhelm IV. gegeben hat. Diese Ansicht ist bisher unwidersprochen geblieben[3]. Stützte sie sich doch auf Äußerungen der Grimms selber, und Bettine ist nicht müde geworden, ihren Ruhm in dieser Beziehung mündlich und schriftlich zu verkünden, ja sie hat einen Teil ihrer darauf bezüglichen Korrespondenz dem Freiherrn von Meusebach zur Entnahme einer Abschrift zur Verfügung gestellt. Nun wird man Bettines Eifer und ihre Bemühungen, die Brüder Grimm nach Berlin zu ziehen, gerne anerkennen — sie ist mit einer Lebhaftigkeit und Hingebung für sie eingetreten wie kein anderer ihrer Freunde —, und man wird es verstehen, daß sie sich an dem schließlichen Erfolg den größten Anteil zuschrieb, zumal sie bekanntlich ihre eigene Persönlichkeit überschätzte. Daß

[1] Sitzungsberichte 1885, S. 27 ff.

[2] Der Briefwechsel des Freiherrn Karl Hartwig Gregor von Meusebach mit Jacob und Wilhelm Grimm, herausgegeben von Dr. Camillus Wendeler, Heilbronn 1880, S. 255 ff.

[3] Vgl. Wilhelm Scherer, Jacob Grimm, 2. Aufl., Berlin 1885, S. 243; Adolf Harnack, Geschichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Berlin 1900, I, S. 916 Anm.

ihr Einfluß aber ausgereicht hätte, den König zu diesem Schritt zu bewegen, wird man bezweifeln dürfen.

Denn lange bevor sie in persönliche Beziehungen zu Friedrich Wilhelm getreten ist, hat dieser daran gedacht, den Verbannten in Berlin eine neue Heimat zu geben[1]. Das eigenste, besondere Interesse, das er an dem Schicksal der Brüder nahm, ist es gewesen, das die Berufung veranlaßt hat. Ja, Friedrich Wilhelm IV. war überhaupt der erste, der den Gedanken gehabt hat, ihnen in Preußens Hauptstadt eine Zuflucht zu gewähren, ehe die Grimms selber daran gedacht haben, und ehe überhaupt an irgendeine Beeinflussung von anderer Seite zu denken ist, unmittelbar nachdem er die Nachricht von dem Vorgehen des Königs von Hannover gegen die protestierenden Göttinger Professoren erhalten hatte.

Ein bisher nicht bekannter Brief des damaligen Kronprinzen an den Minister Freiherrn von Altenstein, der sich in dessen Nachlaß vorfand und kürzlich in den Besitz der Königlichen Bibliothek gelangt ist, gibt Zeugnis davon und ist zugleich ein neues Beispiel dafür, was die Wissenschaft diesem Fürsten zu verdanken hat. Seine Neigung für Erforschung der Vergangenheit unseres Volkstums hatte ihn wohl frühzeitig mit den Arbeiten und dem wissenschaftlichen Streben der Grimms bekannt gemacht, und das Interesse, das er gerade ihren Studien entgegenbrachte, wird den Wunsch in ihm erregt haben, sie in seiner Nähe zu haben. Denn niemals hat er, soviel wir wissen, daran gedacht, einen anderen von den »Göttinger Sieben« für Berlin zu gewinnen.

Am 14. Dezember 1837 hatten Jacob Grimm, Dahlmann und Gervinus durch ein vom 12. Dezember datiertes Reskript den Befehl erhalten, binnen drei Tagen das Königreich Hannover zu verlassen, am 17. reisten sie ab. Drei Tage später, also unter dem unmittelbaren Eindruck dieser Nachricht, schrieb der Kronprinz an den Freiherrn von Altenstein:

»Berlin 20. Dezember 1837.

Bester Herr Minister, ich höre heute, daß die Grimm's aus Göttingen und dem Lande verjagt sind[2]. Gewiß haben sie und Consorten nicht gut gehandelt mit Irer Protestazion. Mais le meilleur cheval bronche une fois. Der Gewinn der Grimm's für unsere Univer-

[1] Die erste Berührung Bettines mit Friedrich Wilhelm ist kaum vor Ende des Jahres 1839 erfolgt, wohl infolge ihres Buches »Goethes Briefwechsel mit einem Kinde«; vgl. Ludwig Geiger, Bettine von Arnim und Friedrich Wilhelm IV., Frankfurt a. M., 1902, S. 3f.

[2] Der Kronprinz schien also anzunehmen, daß beide Brüder des Landes verwiesen seien, während Wilhelm nur seiner Professur entsetzt war, aber in Göttingen bleiben durfte, wovon er auch Gebrauch machte.

sität wäre gewiß etwas großes. Nun frage ich Sie, bester ALTENSTEIN, was Sie von dieser Idee der Gewinnung für uns und ihrer Ausführbarkeit halten? Eine freye freundliche Äußerung gegen den König v. Hannover würde von der Seite wohl alle Bedenken schwinden lassen, der Caracter beyder Männer soll höchst achtungsvoll seyn, ihr Ruf und Kenntnisse sind anerkannt.

FRIEDRICH WILHELM. K. P.

PS. Noch möcht ich kniefällig bitten, die Angelegenheit wegen des Peilauer[1] Kirchenbaus etc. zu beschleunigen.

Ihren geistreichen und höchst beachtungswürdigen Aufsatz über die Examina habe ich gelesen und viel Labsal daran gehabt.

F. W. K. P.«

[*Adresse:*] An

den Minister Frh. v. ALTENSTEIN

hier.

Was ALTENSTEIN darauf geantwortet hat, wissen wir nicht. Denn in der im Königlichen Hausarchiv aufbewahrten Korrespondenz König FRIEDRICH WILHELMS IV. befindet sich kein Schreiben des Ministers, das auf den obigen Brief Bezug nimmt. Er hat dem Kronprinzen wahrscheinlich seine Bedenken, die lediglich politischer Natur sein konnten, mündlich vorgetragen und ihm geraten, beim König von jedem Schritt in dieser Hinsicht abzustehen.

Der Kronprinz ist aber auch ferner für die Berufung der Brüder nach Berlin eingetreten — allerdings ohne zunächst Erfolg zu haben. Die beste Quelle für die weiteren Ereignisse ist der Briefwechsel CARL LACHMANNS mit den GRIMMS[2]. Nicht geduldig hatten sich die Brüder in ihr Schicksal gefügt, WILHELMS friedliche Natur weit eher als JACOBS von heißem Tätigkeitsdrang erfüllte. Sie hatten gemeinsam mit den anderen Gemaßregelten gegen den hannoverschen Staat die Klage auf Fortzahlung ihres Gehaltes eingereicht, und JACOB richtete, so wenig ihn auch die Hauptstadt an sich reizte, sofort seinen Blick auf Berlin. Dem langjährigen erprobten Freund und Arbeitsgenossen CARL LACHMANN vertraute er im Januar 1838 den Plan an, als Mitglied der Akademie an der Universität zu lesen, außerdem wurde SAVIGNY eingeweiht. LACHMANN verhehlte ihm nicht, daß große Schwierigkeiten entgegenstehen, da man

[1] Peilau, Regierungsbezirk Breslau, Kreis Reichenbach.

[2] Dieser wissenschaftlich außerordentlich inhaltreiche Briefwechsel ist bisher unveröffentlicht, er ruht im Grimmschrank der Königlichen Bibliothek. WENDELER a. a. O. hat einiges auf die Berufung Bezügliche daraus abgedruckt. Ich fühle mich Hrn. Prof. Dr. REINHOLD STEIG zu großem Dank verpflichtet, der mir den ganzen Briefwechsel zugänglich machte.

»um einer so kleinen Sache willen, als eine Vorlesung ist, wohl dem König nicht zumuten dürfe, eine Erklärung zu geben, die in den Augen von ganz Deutschland als eine Mißbilligung des Benehmens des Königs von Hannover angesehen würde[1]«. Er sucht seine Ungeduld zu zügeln, indem er schreibt:

»Lieber Freund, ich muß Sie bitten das einfach und ohne Leidenschaft aufzufassen. Wir haben nun einmal keine constitutionellen Formen, davon mag man denken wie man will, wir müssen und sollen das Persönliche der Regierung gelten lassen und mit einem langsamen und ehrlichen Verfahren zufrieden sein.«

Trotzdem rät er den Freunden, ihre Hoffnung auf Preußen zu richten. So schreibt er Wilhelm am 14. März 1838:

»Es schmerzt mich nur, daß Jacob wie es scheint in der Ungeduld so unendlich leidet. Wie die Gesinnung jetzt hier ist, wenn nur anderthalb Stellen leer werden wollten, ich bin überzeugt, es hätte keine Schwierigkeit Sie und Jacob in unserem Lande unterzubringen. Geld hat unser Unterrichtsministerium bekanntlich nie über (mag sein, daß vieles verschwendet ist) und todt schlagen kann man die Leute doch nicht.«

Das besondere Interesse des Kronprinzen aber hebt er in einem Brief vom 19. April 1838 an Dorothea Grimm hervor:

»Ist es nicht ein Jammer, daß unser Herr alt und schwach ist und nicht immer unbefangen regiert? Wo sollen die Herren auch lernen, was es mit den Wissenschaften auf sich hat, wenn es aristokratische Parteien giebt, die natürlich am ersten nur sie sind. Unser Kronprinz weiß es freilich und außerdem interessiert er sich speziell für Jacob und Wilhelm (nicht für Graff, sagen sie es dem Spottenden), aber wenn er nichts vermag (und leider vermag er oft nichts in Sachen, die ihm auch ans Herz gehen), was kann man da hoffen? Man muß es aber doch, und gerade deswegen weil man keine Hilfe sieht und es doch Zeit dazu wäre: denn dann eben pflegt sie zu kommen.«

So waren die ersten Versuche mit Berlin gescheitert, andere Pläne wurden von den Brüdern ins Auge gefaßt und vielerlei Enttäuschungen waren zu überwinden. Auch Bettines, man darf wohl sagen exzentrisches Eintreten für sie hatte nichts genutzt, eher geschadet. Sie hatte sich an alle einflußreichen Persönlichkeiten gewandt. Als der allmächtige Geheimrat Schulze sich ihrem Drängen gegenüber am Silvesterabend 1837/38 zurückhaltend verhielt, rief sie ihm zu: »Ha! da gehe ich mit den Grimms nach Griechenland[2]!« Savigny, Lachmann

[1] Brief vom 21. Januar 1838. Die ganze Stelle bei Wendeler, a. a. O. S. 263.

[2] Notiz von Meusebach vom 8. Januar 1838, bei Christian Belger, Moriz Haupt als akademischer Lehrer, Berlin 1879, S. 340.

und alle Berliner Freunde erkannten, daß sie den ganzen Plan zerstören würde. Sie empfing überall den höflichen Rat, sich in ihrem Eifer für die Brüder zu zügeln. Und diese selbst hatten kein Vertrauen zu ihr. So schreibt Jacob am 19. August 1838 an Dahlmann[1]:

»Bettine will nächste Woche uns besuchen, wovor mir bangt. Sie betreibt wie alle Frauen ..... die Angelegenheiten zu hitzig und unablässig und jagt einen Plan mit dem andern. Ich habe ihr geschrieben, sie solle doch unsertwegen den Altenstein in Ruhe lassen, wenn der Mann von ihr geplagt wird, verspricht er ihr, um sie los zu werden, was er hernach nicht erfüllen kann.«

Das Schlimmste aber war, daß sie mit ihrer Schwatzhaftigkeit und Übertreibungssucht das gute Verhältnis der Brüder zu Lachmann und Savigny zu zerstören drohte, indem sie den Verdacht erweckte, als ob diese die Grimms von Berlin fernhalten wollten; es scheiterte allerdings an dem aufrechten Charakter dieser Männer, für die es nichts Kleinliches gab[2]. Doch alle Versuche, Bettines allzu heftiges Vorgehen aufzuhalten, waren vergebens. Im April 1840 wandte sie sich direkt an den Kronprinzen, dem sie ohne Namen zu nennen schrieb[3]: »Ich habe zwei Freunde, deren reines Gewissen ihnen allein alles vergütet, was sie ihm opferten, die an die Welt nur dies eine Begehren haben, daß die Reinheit ihrer Gesinnung von den Besseren ihrer Zeit anerkannt werde; denen habe ich gelobt, ihre Lauterkeit vor den Augen des Kronprinzen darzulegen«. Es ist bezeichnend, daß der Kronprinz sie sofort verstand und ihr in seiner geistreichen Art antwortete[4]:

»Aus den halb classisch-versailler, halb hochländisch-romantischen Arabesken des Schreibens treten als 2tes Rätsel die Gestalten zweyer Ihrer Freunde heraus. Mit forschendem Grimme, wie's meine Art ist, nehme ich die Entzifferung vor und denken Sie sich mein Erstaunen: wie ich in den Wald gerufen, rief es 2mal zurück; anders gesagt: die Frucht meines forschenden Grimmes waren zwey forschende Grimme!! Hat mich nun meine Kabbala betrogen, was Sie allein entscheiden können, so liegt die Schuld daran, daß ich mich gern mit jenen Grimmen beschäftige, manche Lanze für sie gebrochen und Manches vergeblich

---

[1] Briefwechsel zwischen Jacob und Wilhelm Grimm, Dahlmann und Gervinus, herausgegeben von Eduard Ippel, Berlin 1885, I, S. 220.

[2] Siehe Hoffmann von Fallersleben, Selbstbiographie III, S. 113f., Wendeler, a. a. O. S. 272. Der prächtige Versöhnungsbrief Jacobs an Lachmann vom 13. Mai 1840 ist noch ungedruckt. Zu der Bemerkung Jacobs: »Was Bettine von Ihnen sagt oder glaubt, thut bei mir weder Ihnen abbruch noch ihr selbst, wenn sie irrt« schrieb Hermann Grimm später: »Sie hatte leider recht. Lachmann wollte uns von Berlin fernhalten.« Wer Lachmanns Briefe liest, kann nie dieser Ansicht sein.

[3] Bei Geiger, a. a. O. S. 5.

[4] Bei Wendeler, S. 290f.

zu ihrem Besten anzuregen versucht habe. Aber glauben Sie mir auf's Wort, meine huldvoll-phantasiebilderredende Anonyma! ich bin darum nicht matt und müde geworden, ja jeden Augenblick bereit, auf's Neue zu beginnen. Vielleicht wissen Sie Rath, mir größere Gewalt zu geben. Drum reden Sie!«

Und Bettine redete. Zwei Tage später schrieb sie abermals an den Kronprinzen[1], der erst am 15. Mai antwortete[2]:

»Ich habe seit Jahren, an sogenannten »rechten Orten«, wiederholt den Wunsch geäußert, Ihre Freunde hier zu gewinnen, und zwar durch den (sonst!) immankablen Passe-partout, den der Jacob besitzt, die akademische Mitgliedschaft. Ich bin durchaus nicht gescheitert, nur hat man mich noch nicht landen lassen. Deshalb ist meine Hoffnung und mein Entschluß, immer wieder Versuche zu machen, ungebrochen. Die Blicke, die Sie mir in Herz und Sinn der Beyden gegönnt haben, erwärmen mich wie der beste Trunk im Rheingau und steigern mein Verlangen, sie die Unsern zu nennen, unsäglich. Ich verstehe nun den Schwung Ihrer Freundschaft und kann ihm folgen (doch, glücklicher noch als Sie, nicht dem Schwung Ihres Hasses[3]). Vor der Genesung des Königs, die, Gott sey Lob und Dank, beginnt, wird wohl nichts wirksames zu tun sein.«

Doch der König genas nicht, am 7. Juni 1840 starb König Friedrich Wilhelm III. Friedrich Wilhelm IV. bestieg den Thron, die »frohen Tage der Erwartung«, wie sie Heinrich von Treitschke genannt, begannen. Auch für die Grimms. Am 12. schrieb Jacob an Bettine[4]:

»Unterdessen ist nun der Wechsel in Preußen eingetreten. Die Grundsätze, nach denen der neue König herrschen wird, seien welche sie wollen (und man hegt darüber widersprechende Ansichten); ich freue mich vor allem, daß das Reich aus einer fast schmachvollen Lethargie heraustreten wird, in die es gesunken war. Gewinnt die Regierung nur wieder rühriges muthiges Leben, so kommt es auch nicht auf einzelne Fehlgriffe an, die können bald verweht sein. Der König wird vielleicht nicht halb so lang regieren als sein Vater; dies Gefühl kann ihn aber befeuern, auf dem schmäleren Raum Größeres zu vollbringen und die Gelegenheit nicht so vorbeizulassen.

Für mich sind meine Erwartungen und Wünsche, wenn sie bei diesem Anlaß aufsteigen sollen, sehr eingeschränkt und bescheiden. Ich strebe nach keinen neuen Mühen, selbst ehrenvollen; ich möchte

[1] Bei Wendeler, a. a. O. S. 291 f., vom 22. April 1840 mit der merkwürdigen Anrede: »An meinen Freund«.

[2] Ebendort S. 293 f.

[3] Bezicht sich auf Äußerungen gegen Savigny.

[4] Ungedruckt, Königliche Bibliothek, Sammlung Varnhagen.

die unternommenen Arbeiten in ungestörter Muße mit unablässigem Fleiß vollbringen. Dazu kann uns wenig von außen geboten werden. Gesundheit, die notwendigste Gabe, hängt von Gottes Willen ab. Was mir zu leben noch übrig ist, wird schnell hinunterrollen, die Sonne vom Morgen stößt wie jeden Tag an die des Abends. Den Zwang und das Geräusch einer großen Stadt scheue ich.«

Doch Bettine war schon wieder tätig, sie wandte sich am 17. Juli an Alexander von Humboldt[1], der nun der ausschlaggebende Mann in wissenschaftlichen Fragen war, da es hieß, der König habe gleich nach seinem Regierungsantritt die Absicht geäußert, die Grimms zu berufen. Humboldt antwortete höflich-kühl[2], indem er zugleich auf die finanzielle Regelung der Stellung beider einging, er schloß: »Minister Eichhorn, dem jetzt allein die Bestimmungen übertragen sind, freut sich der Ankunft der Grimm. ... Er versichert, daß er alles allmählich zum besten durchführen würde, aber man müsse Vertrauen in ihn setzen und ihn ungestört handeln lassen.« Als Humboldt diesen Brief schrieb, war bereits alles erledigt. Humboldt hatte dem König ein eingehendes Gutachten über die Art, wie die Grimms nach Berlin berufen werden sollten, unterbreitet und dies am 27. Oktober Varnhagen mitgeteilt[3]. »Über die Grimms hat der König den festen Plan, Minister Eichhorn solle ihnen anbieten, als Akademiker zu kommen, er solle ihnen beiden, da sie wie Mann und Frau leben, eine von den Grimms selbst zu fordernde Pension anbieten. ... Zu Bibliothekaren sind die vortrefflichen Leute sehr untauglich, ob der Wilhelm, ein Korrespondent der Akademie, liest oder nicht liest, ist auch sehr gleichgültig. Die Hauptsache ist, daß man sie besitzt.«

Am folgenden Tage teilte Varnhagen Bettine den Inhalt von Humboldts Brief mit, er notierte darüber in sein Tagebuch[4]. »Mittwoch, den 28. Oktober 1840: Besuch bei Bettinen von Arnim. Mitteilung der Nachrichten aus Humboldts Brief. Sie ist entzückt und dankt mir lebhaft; die Brüder Grimm sind ihre Leidenschaft, das Hierherkommen derselben ist ihr um der Sache willen wichtig, um Grimms willen, aber auch eine Ehrensache der eigenen Persönlichkeit, eine gewonnene Schlacht gegen den Schwager Savigny, ein Sieg über Lachmann und Ranke.« Der feine Menschenkenner Varnhagen hatte Bettinen ins Herz gesehen. Sie triumphierte und glaubte, daß sie es ge-

[1] Bei Wendeler, a. a. O. S. 295.

[2] Ebendort S. 295 f. Das Datum ist unsicher, der Brief hat nur »Sonnabend«, jedenfalls erst Anfang Oktober, da Bettine Varnhagen (Tagebücher I, 227) am 13. Oktober Mitteilung davon machte.

[3] Briefe Alexander von Humboldts an Varnhagen, Leipzig 1860, S. 78 ff.

[4] Tagebücher Varnhagens I, S. 233.

wesen, die alles vollendet, die den König angeregt und Humboldt bestimmt. Und doch darf man sagen, auch wenn Bettine keine Zeile für die Brüder geschrieben, bei der Neigung des Königs zu ihnen, wäre das gleiche geschehen. Wir haben noch ein weiteres, bisher nicht bekanntes Zeugnis für das besondere Wohlwollen Friedrich Wilhelms IV. für die Grimms.

Am 8. November hatte Jacob das Berufungsschreiben Eichhorns[1] erhalten. Er nahm für sich und Wilhelm an. Eine Erkältung ließ ihn erst am 8. Dezember zu einem Rekognoszierungsaufenthalt nach Berlin kommen. Wilhelm berichtete darüber am 16. an Dahlmann[2]. »Den König, bei dem ihn Humboldt, der sich sehr freundschaftlich beweist, einführen wird, hat er nicht gesehen.« Humboldt aber schrieb am 19. Dezember an Jacob[3]:

»Ich bin in der Kälte nicht zu Ihnen gekommen, mein theurer hochverehrter College, auch weil Sie es Selbst nicht zu wünschen schienen, ich muss aber jeden Zweifel heben, über den mir unwillkommenen Umstand, dass der König Sie noch nicht hat rufen lassen. Dieses Nicht-Sehen hat keinen anderen Grund als den ungeheuerster Festtätigkeit[4]. Er äusserte sich auf das zärtlichste über Sie, glaubt erst zwischen Weihnachten und Neu-Jahr mehr Herr seiner Zeit zu werden und sagt mir jedesmal, wenn ich eine Morgenstunde vorschlage: ich habe keine Gewissheit und den Jacob will ich nicht umsonst kommen lassen. Er wird schon noch bleiben.

Ich glaubte Ihnen diese freundlichen Worte schreiben zu müssen. Mit inniger Verehrung

Ihr

Sonnabend. A. v. Humboldt.«

[*Adresse:*]

Sr. Wohlg.

Herrn Prof. Jacob Grimm, Mitgl. der Akademie der Wissenschaften

Carlstr. n. 36

bei H. Präsident Meusebach.

Da Wilhelm bereits am 25. Dezember wieder abgereist ist, hat er damals vermutlich den König doch nicht gesehen. Im März siedelten dann die Brüder nach Berlin über. Wie unrecht Bettine mit ihrer Behauptung über Lachmann hatte, erwies sich bald, da auf seinen Vor-

[1] Bei Wendeler, a. a. O. S. 296ff.

[2] Briefwechsel mit Dahlmann I, S. 433.

[3] Kgl. Bibliothek; Grimmschrank.

[4] Infolge der Anwesenheit des Kronprinzen von Dänemark.

schlag auch Wilhelm zum ordentlichen Mitgliede der Akademie gewählt wurde. So waren die Brüder Grimm für Berlin gewonnen. Der freie Entschluß König Friedrich Wilhelms IV. hatte dies herbeigeführt. Er empfand, was Lachmann im Jahre 1838 an Moriz Haupt geschrieben hatte[1]: »Es gibt zweierlei Leute: die für bestimmte Stellen sind und für die Stellen gemacht werden müssen«. Der König wußte, daß die Grimms zu der letzteren Art gehörten, darum legte er ihnen lediglich die Pflichten der Mitglieder der Akademie auf, sich zum Ruhme, der Wissenschaft zur Ehre.

[1] Belger, Moriz Haupt als akademischer Lehrer S. 26.

Ausgegeben am 30. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1914.

XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Sitzung der philosophisch-historischen Classe vom 30. April.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Koser las: Grundlinien für eine Bibliographie der zeitgenössischen Literatur über Friedrich den Großen.

Die Schriften werden in Gruppen zusammengestellt (kompilatorische Darstellungen auf Grund der Tagesliteratur, Anekdotensammlungen, Charakteristiken, Tagebücher, Memoiren, Darstellungen kundiger Verfasser, Biographien von Nebenpersonen) und an einzelnen Beispielen nach ihrem Quellenwert gekennzeichnet.

2. Hr. K. Meyer machte eine Mitteilung: Über eine Handschrift von Laon.

Es wird der Nachweis geführt, daß Codex LV der Stadtbibliothek zu Laon im Jahre 897 oder doch bald darnach in Armagh geschrieben ist.

3. Hr. Lüders legte eine Mitteilung des Hrn. Baron Dr. A. von Staël-Holstein in St. Petersburg vor: »ΚΟÞΑΝΟ und Yüeh-shih«. (Ersch. später.)

Es wird gezeigt, daß die chinesischen Zeichen, die nach der modernen Aussprache von Peking Yüeh-shih gelesen werden, ursprünglich Gur-shih gesprochen wurden, und daß dieses Gur-shi identisch ist mit Kushi, dem Nominativ des Namens des Volkes, das bisher unrichtig als Kushan bezeichnet wurde.

4. Hr. Morf überreichte sein Werk: Geschichte der französischen Literatur im Zeitalter der Renaissance. 2. Aufl. (Strassburg 1914).

Über eine Handschrift von Laon.

Von Kuno Meyer.

Codex LV der Stadtbibliothek zu Laon, im 9. Jahrhundert in irischer Minuskel geschrieben, hat zum Hauptinhalt Beda *In Proverbia Salomonis*. Auf Vorsetzblättern steht außerdem ein lateinisch abgefaßter Dialog zwischen M[agister] und Δ[iscipulus], in welchen sich fünf von Hrn. W. M. Lindsay entdeckte altirische Glossen eingetragen finden, die Stokes in der Revue Celtique XXIX, S. 269 herausgegeben und kommentiert hat. So war weder die irische Provenienz der Handschrift noch ihre ungefähre Datierung zweifelhaft; wohl aber, ob sie in Irland selbst oder in einem festländischen irischen Kloster geschrieben sei. Durch einen glücklichen Zufall sind wir nun imstande, darüber Gewißheit zu erlangen sowie das Alter der Handschrift genauer festzustellen.

Auf einem der Vorsetzblätter sind nämlich noch vier Hexameter eingetragen, zwei auf dem oberen Rande der Vorderseite und zwei ebendaselbst auf der Rückseite. Stokes hatte nur die letzteren gelesen und a. a. O. S. 270 abgedruckt. Einer freundlichen Mitteilung des Hrn. Lindsay verdanke ich eine vollständige Abschrift. Die Verse lauten:

(r°) Nam vos deseruit sapiens prudensque magister
atque pius iuvenis castus custosque decorus.
(v°) Gloria quid mundi, felix quid pompave turbae,
dum Cathasach potuit non sortem evadere mortis?

Diese vier Verse stammen offenbar aus einem längeren Gedicht auf den frühen Tod eines jungen irischen Geistlichen namens Cathasach, der als Lehrer an einer Klosterschule gewirkt und zugleich irgendeine amtliche Stellung (*custos*) im Kloster innegehabt hatte. Stokes führt nicht weniger als fünf Geistliche dieses Namens an, deren Todesjahr die irischen Annalen im 9. Jahrhundert verzeichnen. Da er aber die beiden ersten Verse nicht kannte, fand er es unmöglich zu entscheiden, wer unter ihnen in unserem Gedichte gemeint sei. Aufs Geratewohl schlägt er vor, daß es vielleicht der im Jahre 856 gestorbene Abt Cathasach von Armagh gewesen sei. Aber Äbte pflegen Männer gesetzten Alters zu sein, und unser Cathasach wird ausdrücklich als *iuvenis* bezeichnet. Da fügt es sich nun schön, daß die Annalen von Ulster zum Jahre 896 (recte 897)

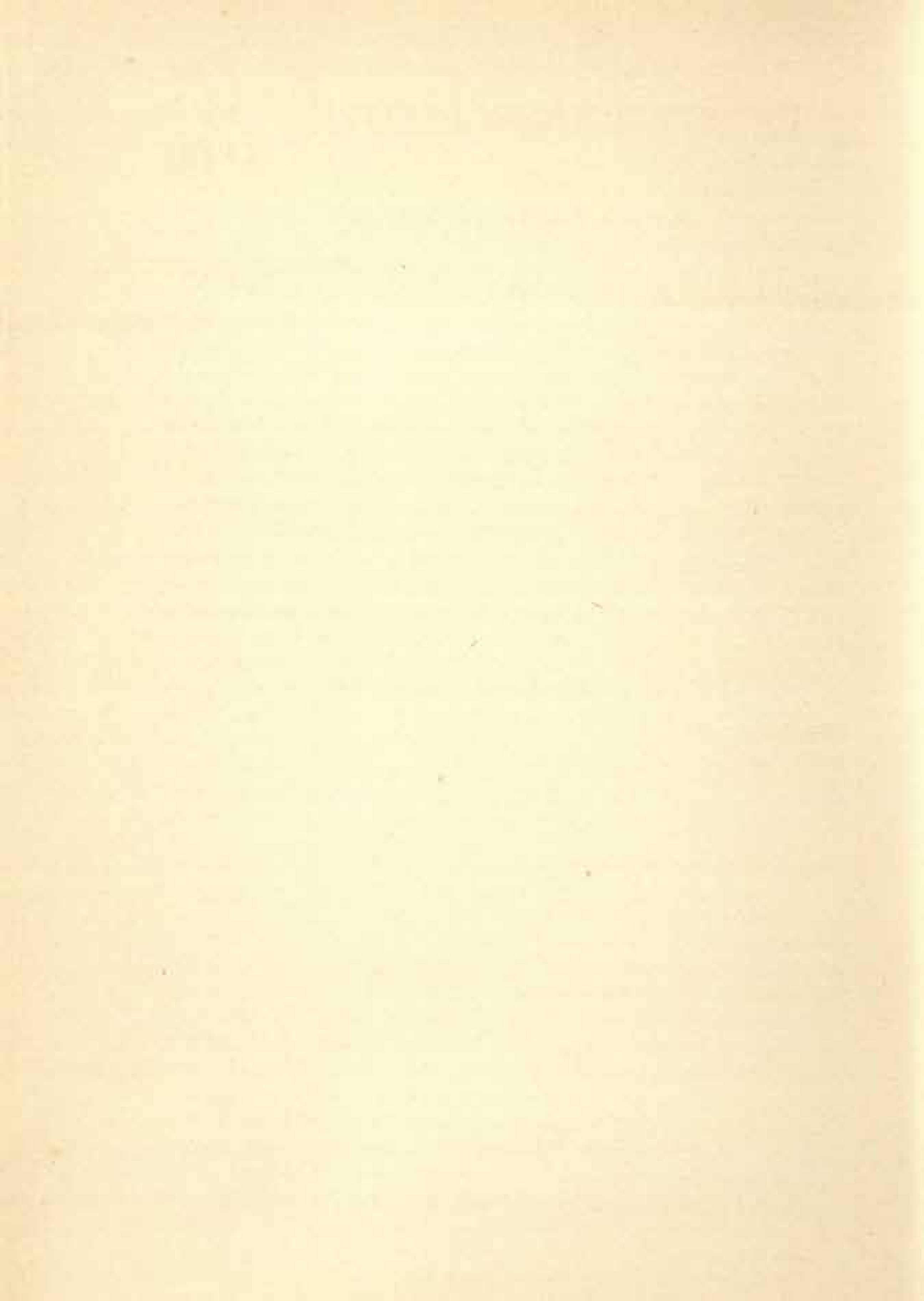
den Tod eines jungen Cathasach verzeichnen, der ohne Zweifel der von uns gesuchte ist. Der Eintrag lautet: 'Cathusach mac Fergusa tānase abb Aird Macha, relegiosus iuuenis, pausauit[1]', d. h. 'C., Sohn des Fergus, Vizeabt von Armagh, ein frommer junger Mann, starb'. Hier entspricht also *relegiosus iuuenis* genau dem *pius iuuenis* des Gedichtes, und mit *custos* hat der Dichter ihn in seiner Stellung als Vizeabt bezeichnet.

Dieser Nachweis setzt uns nun in den Stand, den Codex LV genauer zu datieren. Denn der Schreiber, welcher nach irischer Schreiberart die Verse auf den Rand gesetzt hat, wird gewiß nicht lange nach dem Tode Cathasachs geschrieben haben, und zwar gewiß in Armagh selbst. Ja, ich möchte die Vermutung aussprechen, daß der Schreiber der Handschrift der im Jahre 893 gestorbene Bischof und Anachoret Mochta war, den die Annalen von Ulster *scriba optimus Aird Macha* nennen[2]. Wie dem auch sei, so haben wir es gewiß mit einer der vielen Handschriften zu tun, die während der Wikingerzeit von flüchtigen Mönchen nach irischen Klöstern des Kontinents gerettet wurden. Gerade in Armagh erreichte unmittelbar nach dem Jahre 897 die Wikingerdrangsal ihren Höhepunkt. Miß Stokes zählt in ihrer 'Early Christian Architecture in Ireland' S. 106 zwischen 898 und 943 nicht weniger als sechs Plünderungen und Zerstörungen Armaghs durch die Wikinger auf.

[1] Die vier Meister geben *relegiosus iuuenis* mit *óccán cráibhdech* wieder.

[2] AU 892: Mochta dalta Fethgnai, episcopus, ancorita et scriba optimus Aird Macha in pace quieuit.

Ausgegeben am 7. Mai.



SITZUNGSBERICHTE

1914.

XVIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

30. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Planck.

Hr. Frobenius las: Über das quadratische Reziprozitätsgesetz. II.

Die verschiedenen Anordnungen des dritten Gaussischen Beweises werden besprochen und miteinander verglichen.

Über das quadratische Reziprozitätsgesetz. II.

Von G. Frobenius.

Wenn ein System von Punkten symmetrisch um ein Zentrum C gelagert ist, so ist ihre Anzahl ungerade oder gerade, je nachdem C dem System angehört oder nicht. Nun ist λ die Anzahl der Punkte zwischen OO' und LL', und μ die der Punkte zwischen OO' und MM'. Keine dieser beiden Punktmengen ist symmetrisch. Werden sie aber vereinigt, so bilden die $\lambda+\mu$ Punkte zwischen LL' und MM' eine symmetrische Menge. Ihr Mittelpunkt C ist zugleich das Zentrum der ρ Gitterpunkte im Rechteck $OPQR$. Daher ist $\lambda+\mu$ zugleich mit ρ gerade oder ungerade.

Gauss legt meistens, und auch in seinem dritten Beweise, großen Wert darauf, die *Gleichungen* zu entwickeln, die zu den abzuleitenden *Kongruenzen* führen. Beweise, die von vornherein mit Kongruenzen operieren, sind meist wenig durchsichtig. Es bleibt eben wenig von einer Gleichung übrig, wenn man sie in eine Kongruenz (mod 2) verwandelt. Ich habe nun bemerkt, daß man dem geometrischen Beweise von Eisenstein (Crelles *Journal Bd. 28*) durch unmerkliche Abänderungen eine Form geben kann, die der obigen Forderung gerecht wird. Im Grunde beruhen ja alle diese Beweise auf denselben Schlüssen, sie unterscheiden sich nur durch den Grad der Deutlichkeit, womit sie die entscheidenden Argumente ins Licht setzen. Die Beweisanordnung von Eisenstein verdient nun, wie mir scheint, vor der von Gauss den Vorzug, weil sie diejenige Deutung der Zahl λ, welche die Kongruenz $\lambda \equiv \lambda'$ (mod 2) evident macht, unabhängig von der Definition von λ' entwickelt (Satz I, § 5).

Im Anschluß an diesen Beweis werde ich die verschiedenen Anordnungen des *dritten* Beweises von Gauss besprechen und miteinander vergleichen.

§ 5.

Die kleinsten positiven Reste.

Sind p und q positive ungerade teilerfremde Zahlen, so durchlaufe x die Werte $1, 2, \cdots \frac{1}{2}(p-1)$, und sei r_x der kleinste positive Rest (mod p) von

$$(1.) \qquad xq = p\left[\frac{xq}{p}\right] + r_x.$$

Dann gibt λ an, wie viele unter den $\frac{1}{2}(p-1)$ Resten $r_x > \frac{1}{2}p$ sind. Ebenso sei

$$(2.) \qquad 2xq = p\left[\frac{2xq}{p}\right] + r'_x.$$

Ist dann $r_x < \frac{1}{2}p$, so ist $\left[\frac{2xq}{p}\right] = 2\left[\frac{xq}{p}\right]$ gerade. Ist aber $r_x > \frac{1}{2}p$, so ist $\left[\frac{2xq}{p}\right] = 2\left[\frac{xq}{p}\right] + 1$ ungerade. Daher gibt λ an, wie viele unter den $\frac{1}{2}(p-1)$ Quotienten $\left[\frac{2xq}{p}\right]$ ungerade sind.

Durchläuft x_0 die geraden, x_1 die ungeraden unter den Werten von x, so ist der Bereich $(x) = (x_0) + (x_1)$, und der Bereich $(2x) = (x_0) + (p - x_1)$. Daher zerfallen die Zahlen $\left[\frac{2xq}{p}\right]$ in die Zahlen $\left[\frac{x_0 q}{p}\right]$ und

$$\left[\frac{(p-x_1)q}{p}\right] = q - 1 - \left[\frac{x_1 q}{p}\right] \equiv \left[\frac{x_1 q}{p}\right] \qquad (\text{mod } 2),$$

weil q ungerade ist[1]. Folglich ist λ auch die Anzahl der ungeraden unter den Zahlen $\left[\frac{x_0 q}{p}\right]$ und $\left[\frac{x_1 q}{p}\right]$ zusammengenommen, d. h. unter den Zahlen $\left[\frac{xq}{p}\right]$.

I. *Sind p und q zwei positive ungerade teilerfremde Zahlen, so dividiere man die Zahlen*

$$q,\ 2q,\ \cdots \frac{1}{2}(p-1)q$$

durch p,

$$xq = p\left[\frac{xq}{p}\right] + r_x.$$

Sind dann λ der kleinsten positiven Reste $r_x > \frac{1}{2}p$, so sind auch genau λ der Quotienten $\left[\frac{xq}{p}\right]$ ungerade, ebenso viele wie unter den Quotienten $\left[\frac{2xq}{p}\right]$.

---

[1] Es werden demnach die Zahlen $2x > \frac{1}{2}p$ durch $p-(2x'-1)$ ersetzt, wo $2x'-1 = x_1 < \frac{1}{2}p$ ist. Nach (9.), § 2 verbirgt sich also an dieser Stelle der Nerv des Beweises.

Dieser Satz macht den Sinn der Kongruenz

$$(3.)\qquad \lambda \equiv \sum \left[\frac{xq}{p}\right] = \lambda' \qquad (\text{mod } 2)$$

vollständig klar. Hier ist

$$\lambda' = [py < qx]$$

die Anzahl der Gitterpunkte innerhalb des Dreiecks $OP'R'$, wo der Punkt R' die Koordinaten $OP' = \frac{1}{2}p$, $P'R' = \frac{1}{2}q$ hat. Auf der Geraden OR' entspreche der Abzisse $x = OG$ die Ordinate $y = \frac{xq}{p} = GH$, und sei N die Mitte von GH. Auf GH liegen $\left[\frac{xq}{p}\right] = h$ Gitterpunkte. Ihre Ordinaten $y = 1, 2, 3, 4, \cdots h$ sind abwechselnd ungerade und gerade. Die Anzahl der ungeraden Ordinaten ist der Anzahl der geraden gleich, wenn h gerade ist, aber um 1 größer, wenn h ungerade ist. Betrachtet man alle Gitterpunkte innerhalb des Dreiecks $OP'R'$, so übersteigt demnach die Anzahl der Punkte mit ungerader Ordinate die der Punkte mit einer geraden um die Anzahl der ungeraden h, d. h. um λ.

II. *In dem Dreieck $OP'R'$ übertrifft die Anzahl der Punkte mit ungerader Ordinate um λ die der Punkte mit gerader Ordinate.*

Da das Dreieck $\lambda' = [py < qx]$ Punkte enthält, so ist demnach (Gauss)

$$(4.)\qquad \begin{aligned} \lambda &= [py_1 < qx] - [py_0 < qx], \\ \lambda' &= [py_1 < qx] + [py_0 < qx]. \end{aligned}$$

Das Bemerkenswerte an diesen Ergebnissen besteht darin, daß die Gitterpunkte innerhalb des Dreiecks $OP'R'$ nicht nur die Zahl λ', sondern auch die Zahl λ völlig bestimmen.

Ist V die Mitte von $P'R'$, so schneide die Gerade OV die Ordinate GH in N. Ist h gerade, so liegen auf GN und NH je $\frac{1}{2}h$ Punkte. Ist aber h ungerade, so liegen auf GN $\frac{1}{2}(h-1)$ Punkte, auf NH aber $\frac{1}{2}(h+1)$, also einer mehr. Folglich liegen im Dreieck OVR' λ Punkte mehr als im Dreieck $OP'V$, nämlich $\frac{1}{2}(\lambda'+\lambda)$ Punkte gegen $\frac{1}{2}(\lambda'-\lambda)$.

§ 6.

Die absolut kleinsten Reste.

Von der Gleichung (1.), § 5 sind wir zu der Gleichung (2.) übergegangen, indem wir im Dividendus q durch $2q$ ersetzt haben. Ersetzt man umgekehrt im Divisor p durch $2p$, so erhalte man

(1.) $$xq = 2p\left[\frac{xq}{2p}\right] + s_x.$$

Ist $\left[\frac{xq}{p}\right]$ gerade, so ist $s_x = r_x < p$. Ist aber $\left[\frac{xq}{p}\right]$ ungerade, so ist $s_x = r_x + p > p$. Daraus folgt:

I. *Von den absolut kleinsten Resten der Zahlen* $q,\ 2q,\ \cdots \frac{1}{2}(p-1)q$ (mod p) *sind ebenso viele negativ, wie von ihren absolut kleinsten Resten* (mod $2p$).

Betrachten wir diese absolut kleinsten Reste. Sei

(2.) $$xq = p\left[\frac{xq}{p}+\frac{1}{2}\right] + \varepsilon_x\rho_x,$$

wo $0 < \rho_x < \frac{1}{2}p$ und $\varepsilon_x = \pm 1$ ist, und analog

(3.) $$xq = 2p\left[\frac{xq}{2p}+\frac{1}{2}\right] + \eta_x\sigma_x.$$

Dann ist nach dem letzten Satze $\sum \eta_x = \sum \varepsilon_x$. Ist $\left[\frac{xq}{p}+\frac{1}{2}\right]$ gerade, so ist

$$\left[\frac{xq}{p}+\frac{1}{2}\right] = 2\left[\frac{xq}{2p}+\frac{1}{2}\right],\qquad \eta_x = \varepsilon_x,\qquad \sigma_x = \rho_x.$$

Ist aber $\left[\frac{xq}{p}+\frac{1}{2}\right] = 2m_x - \varepsilon_x$ ungerade, so ist

$$xq = p(2m_x - \varepsilon_x) + \varepsilon_x\rho_x = 2pm_x - \varepsilon_x(p-\rho_x),$$

also

$$\left[\frac{xq}{p}+\frac{1}{2}\right] = 2\left[\frac{xq}{2p}+\frac{1}{2}\right] - \varepsilon_x,\qquad \eta_x = -\varepsilon_x,\qquad \sigma_x = p-\rho_x.$$

Die Gleichung $\sum(\varepsilon_x - \eta_x) = 0$ reduziert sich demnach auf

(4.) $$\sum{}' \varepsilon_x = \sum{}' \eta_x = 0,$$

wo x nur die Werte durchläuft, wofür $\left[\frac{xq}{p}+\frac{1}{2}\right]$ ungerade ist. Durch Addition der $\frac{1}{2}(p-1)$ Gleichungen

(5.) $$\left[\frac{xq}{p}+\frac{1}{2}\right] = 2\left[\frac{xq}{2p}+\frac{1}{2}\right] - \frac{1}{2}(\varepsilon_x - \eta_x)$$

ergibt sich (Schering)

(6.) $$\lambda + \lambda' = \sum\left[\frac{xq}{p}+\frac{1}{2}\right] = 2\sum\left[\frac{xq}{2p}+\frac{1}{2}\right]$$

oder

(7.) $$\lambda + \lambda' = [p(2y-1) < q\,2x] = 2[p(2y-1) < qx].$$

d. h. die beiden Dreiecke, in die das rechtwinklige Dreieck $LL'S$ durch seine Mittellinie LT zerlegt wird, enthalten gleich viele Gitterpunkte. Mit Hilfe der identischen Gleichung

$$[2z] = [z] + \left[z + \frac{1}{2}\right]$$

geht die Relation (6.) in die Formel

$$(8.) \qquad \sum\left(\left[\frac{2xq}{p}\right] - 2\left[\frac{xq}{p}\right]\right) = \sum\left(\left[\frac{xq}{p}\right] - 2\left[\frac{xq}{2p}\right]\right)$$

über, die dasselbe sagt wie der Satz I.

Die λ Zahlen ρ_x, für die $\varepsilon_x = -1$ ist, sind in § 3 mit $\xi_1, \xi_2, \cdots \xi_\lambda$ bezeichnet worden. Durch Addition der Gleichungen (1.), § 5 hat Dedekind die erste der beiden Formeln (12.), § 3 erhalten. Dieselben sind aber bereits in den dort entwickelten Relationen (9.) und (11.) enthalten. Denn die $\frac{1}{2}(p-1)$ Zahlen $\xi_1, \cdots \xi_\lambda, \eta_1 \cdots \eta_\mu, \tau_1, \cdots \tau_\nu$ stimmen mit den Zahlen $1, 2, \cdots \frac{1}{2}(p-1)$ überein. Da außerdem nach (9.), § 3

$$4(\tau_1 + \cdots + \tau_\nu) = (p+q)\nu$$

ist, so ist

$$4(\xi_1 + \cdots + \xi_\lambda + \eta_1 + \cdots + \eta_\mu) = \frac{1}{2}(p^2-1) - (p+q)\nu = (p+q)(\lambda+\mu) - 2\rho.$$

Durch Addition der Gleichungen (11.), § 3 ergibt sich aber

$$4(\xi_1 + \cdots + \xi_\lambda - \eta_1 - \cdots - \eta_\mu) = (p-q)(\lambda+\mu),$$

und mithin ist

$$(9.) \quad 4(\xi_1 + \cdots + \xi_\lambda) = p(\lambda+\mu) - \rho, \quad 4(\eta_1 + \cdots + \eta_\mu) = q(\lambda+\mu) - \rho.$$

Daraus folgt, daß $\lambda + \mu + \rho$ durch 4 teilbar ist.

Damit ist der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Anordnungen des dritten Beweises von Gauss vollständig klargelegt.

Über die Häufigkeit und Leuchtkraft der Sterne von verschiedenem Spektraltypus.

Von K. Schwarzschild.

(Vorgelegt am 16. April 1914 [s. oben S. 439].)

§ 1. Für unsre Kenntnis vom Bau und von der Entwicklung des Sternsystems ist es wertvoll, zu wissen, nicht nur wieviel Sterne in der genügend groß gewählten Einheit des Raumes enthalten sind, sondern auch, wie die Sterne in der Raumeinheit gemischt sind, wie sie sich prozentual auf die verschiedenen Spektraltypen verteilen. Die scheinbare Häufigkeit der verschiedenen Spektraltypen am Himmel, etwa unter den dem bloßen Auge sichtbaren Sternen, gibt nur ein äußerst verzerrtes Bild ihrer wirklichen relativen Häufigkeit in der Raumeinheit. Denn Sterne von großer absoluter Helligkeit, wie die Heliumsterne, sind dem Auge bis in weite Fernen hinaus sichtbar, man sammelt sie gewissermaßen aus einem größeren Volumen auf und sieht sie in einer größeren Zahl als lichtschwächere, an sich gleich häufige Sterne; die lichtstarken Sterne spielen am Himmelsgewölbe eine viel größere Rolle als ihrer Zahl in der Raumeinheit entspricht. Man erkennt so unmittelbar, daß ein Rückschluß aus der scheinbaren Verteilung der Spektraltypen am Himmel auf ihre Verteilung in der Raumeinheit nur möglich ist, wenn man die Leuchtkraft der Sterne jedes Spektraltypus kennt, oder genauer genommen, da auch die Sterne desselben Spektraltypus noch sehr an Leuchtkraft verschieden sind, wenn man für jeden Spektraltypus das Gesetz der Verteilung der Leuchtkräfte kennt. Die Bestimmung der räumlichen Dichte und der Verteilung der Leuchtkräfte für die Sterne jedes Spektraltypus sind daher zwei gemeinsam zu behandelnde Probleme.

Man ist in der Lage, diese Probleme etwas schärfer anzugreifen, seitdem Hr. W. W. Campbell die Radialgeschwindigkeiten von etwa 1600 Sternen aller Spektraltypen, die größtenteils auf dem Lickobservatorium bestimmt worden sind, mitgeteilt hat. Aus Hrn. Campbells Zahlen kann man entnehmen, wie die Geschwindigkeiten der Sterne jedes Spektraltypus verteilt sind bezüglich der dem Visionsradius parallelen Komponente. Man mache die Annahme, daß alle Komponenten der Sterngeschwindigkeiten gleich verteilt sind. Dann gibt die aus

Hrn. Campbells Zahlen gewonnene Verteilung der Radialgeschwindigkeiten auch die Verteilung einer Komponente der Bewegung der Sterne senkrecht zum Visionsradius an. Mit dieser Verteilung der wirklichen Bewegungen vergleiche man die Verteilung einer Komponente der scheinbaren Bewegung, der Eigenbewegung, der Sterne des betreffenden Spektraltypus. Befänden sich diese Sterne alle in derselben Entfernung, so wäre das Resultat der Vergleichung ein sehr einfaches. Beide Verteilungen müßten identisch sein, wenn man nur die Eigenbewegungen mit einem gewissen Faktor multiplizierte, der dann auch gleich ein Maß der Entfernung der Sterne ist. Ähnlich einfach wird die Vergleichung auch noch, wenn die Sterne zwar in verschiedenen Entfernungen stehen, aber ein und dieselbe Leuchtkraft besitzen. Man kann sich dann nämlich alle Sterne in diejenige Entfernung gebracht denken, in welcher sie von einer bestimmten scheinbaren Helligkeit, z. B. von nullter Sterngröße, sind. Dabei verändern sich — bei festgehaltener absoluter Geschwindigkeit — die scheinbaren Eigenbewegungen, und zwar multipliziert sich die Eigenbewegung eines Sterns der scheinbaren Größe m mit $10^{0.2m}$, wenn man den Stern durch Entfernungsänderung auf nullte Größe bringt. Die mit diesem Faktor multiplizierte Eigenbewegung jedes Sterns soll seine (auf die nullte Größe) reduzierte Eigenbewegung heißen. In unserem Falle müßten nun die reduzierten Eigenbewegungen, mit einem geeigneten Faktor multipliziert, wieder dieselbe Verteilung zeigen wie die Radialgeschwindigkeiten, und dieser Faktor würde die Entfernung messen, in welcher alle unsre Sterne von der scheinbaren Größe Null wären.

Da nun in Wirklichkeit die Sterne weder in einer Entfernung stehen noch alle gleiche Leuchtkraft haben, so müssen die reduzierten Eigenbewegungen offenbar stärker gestreut sein als die Radialgeschwindigkeiten. Was die verschiedene Entfernung ausmacht, kann man berechnen, wenn man die Dichte der Sterne als unabhängig von der Entfernung oder ihrem Verlaufe nach sonst bekannt annimmt. Die Eigenbewegungen sollen aus dem Preliminary General Catalogue von L. Boss entnommen werden, der etwa bis $6^m_.3$ geht. Bis zu den Entfernungen, in denen diese Sterne stehen, dürfte man die Dichte noch ohne bedenklichen Fehler als konstant ansehen, doch soll, um etwas genauer zu sein, der aus den allgemeinen stellarstatistischen Untersuchungen folgende Dichteverlauf benutzt werden.

Was nach Berücksichtigung der verschiedenen Entfernungen noch an Streuung der reduzierten Eigenbewegungen gegenüber der Streuung der Radialgeschwindigkeiten übrigbleibt, das ist auf die Verschiedenheit der Leuchtkräfte zurückzuführen. Die Vergleichung im einzelnen — mathematisch die Lösung einer Integralgleichung — muß die genauere Verteilung der Leuchtkräfte ergeben.

Ist die Verteilung der Leuchtkräfte bekanntgeworden, so ist der Rückschluß von der scheinbaren Häufigkeit auf die Häufigkeit in der Raumeinheit für die Sterne von jedem Spektraltypus leicht.

Dies der allgemeine Gedankengang der Untersuchung. Ihre Grundlage ist die erwähnte Annahme, daß alle Komponenten der Sterngeschwindigkeiten gleich verteilt sind. Diese Annahme ist nun zweifellos im allgemeinen nicht richtig, einesteils wegen der Bewegung der Sonne im Weltraum, andernteils wegen der Existenz einer Vorzugsrichtung in den von Sonnenbewegung befreiten Sternbewegungen. Man muß sich solche speziellen Komponenten der Bewegungen aussuchen oder schaffen, auf welche die Annahme zutrifft. Die einfachste Art, dies zu erreichen, besteht darin, daß man die Radialgeschwindigkeiten zunächst alle von Sonnenbewegung befreit und daß man die so entstehenden absoluten Geschwindigkeiten vergleicht mit derjenigen Komponente der Eigenbewegung der Sterne, welche senkrecht steht zur Richtung nach dem Apex der Sonnenbewegung, welche also ebenfalls frei ist von Sonnenbewegung. Wir wollen diese Komponente der Eigenbewegung der Sterne kurz als »Querbewegung« bezeichnen. Für die Geschwindigkeitskomponente der Sterne, die sich als Querbewegung an den Himmel projiziert, und für die absoluten Radialgeschwindigkeiten würde die Annahme gleicher Verteilung streng gültig sein, wenn nicht die Vorzugsrichtung in den absoluten Sternbewegungen bestände. Indessen liegen die quantitativen Verhältnisse so, daß die gleiche Verteilung in diesem Falle nicht sehr gestört wird. Denkt man sich die Verteilung der absoluten Sterngeschwindigkeiten gegeben durch ein verlängertes Revolutionsellipsoid, dessen große Achse nach dem Vertex gerichtet ist, so wird die Radialgeschwindigkeit über den größeren Teil des Himmels in der Nähe der kleinen Achse liegen. Die Querbewegung würde, wenn Vertex und Apex genau zusammenfielen, immer strenge mit der kleinen Achse zusammenfallen; da tatsächlich Apex und Vertex etwa 40° auseinanderliegen, so wird die Querbewegung, ähnlich wie die Radialgeschwindigkeit, nur in der Nähe der kleinen Achse des Geschwindigkeitsellipsoids liegen. Querbewegung und Radialgeschwindigkeit werden also trotz der Existenz der Vorzugsrichtung ziemlich ähnlich verteilten Geschwindigkeitskomponenten entsprechen.

Natürlich bedürfte dieser Punkt noch einer genaueren quantitativen Durchrechnung. Aber ich betrachte die ganze folgende Untersuchung nur als eine erste Orientierung, bei der ich mich auch nicht um eine peinliche Genauigkeit bei den Abzählungen und sonstigen Reduktionen bemüht habe. Ich beabsichtige auf eine zweite Durchführung mit Benutzung der nach dem Sonnenapex gerichteten Komponente der Eigenbewegung bald zurückzukommen.

§ 2. Das Beobachtungsmaterial.

Die Radialgeschwindigkeiten wurden den Katalogen von Campbell (B-Sterne Lick Observatory Bulletin Nr. 195, A-Sterne Nr. 211, übrige Sterne Nr. 229) entnommen. Dieselben wurden in absolute Radialgeschwindigkeiten durch Abzug des Einflusses der Sonnenbewegung verwandelt. Ferner wurde auch die von Hrn. Campbell gefundene, von ihm mit K bezeichnete systematische Korrektion für jeden Spektraltypus berücksichtigt. Für die B- und A-Sterne hat Hr. Campbell die absoluten Radialgeschwindigkeiten an den genannten Stellen unter der Bezeichnung V_4 selbst mitgeteilt. Die Elemente der Sonnenbewegung und die Konstante K, die er zugrunde legte, waren:

	Sonnenapex α	δ	Sonnengeschwindigkeit	K
B-Sterne	270°0	+30°0	20.2 km/sec	+4.1 km/sec
A-Sterne	270°0	+30°0	19.5 »	0 »

Für die übrigen Sterne wurde die Reduktion neu ausgeführt mit folgenden Konstanten:

F-Sterne	269°7	+30°8	20.0 km/sec	0 km/sec
G-Sterne	269°7	+30°8	20.0 »	0 »
K-Sterne	269°7	+30°8	20.0 »	+2 »
M-Sterne	269°7	+30°8	20.0 »	+4 »

Die Radialgeschwindigkeiten wurden dann für jeden Spektraltypus (unter Zusammenfassung von B_0 bis B_9, A_0 bis A_9 usw.) nach ihrem absoluten Betrage abgezählt[1], und zwar wurde bestimmt, wieviel Radialgeschwindigkeiten über 5, 10, 20 km/sec usw. vorkommen. Diese Werte zunächst ziffernmäßig, dann in Prozenten der Gesamtzahl ausgedrückt, gibt Tabelle 1.

Tabelle 1.

Anzahl und Prozentsatz der Radialgeschwindigkeiten über V.

V km/sec	G	Anzahl B	A	F	G	K	M	Prozentsatz B	A	F	G	K	M
0.0	+∞	226	211	198	146	439	80	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
5.0	−0.12	115	146	148.5	111	350.5	63	51.7	69.2	75.0	76.0	79.9	78.7
10.0	−1.63	44.5	94.5	108	85.5	258	48	19.7	44.8	54.5	58.6	58.8	60.0
20.0	−3.13	11	36	56	40	143	25	4.6	17.1	28.3	27.4	32.6	31.2
40.0	−4.64	0	0	8	14	36	6	0.0	0.0	4.0	9.6	8.2	7.5
80.0	−6.14			0	3	3	0			0.0	2.1	0.7	0.0
160.0	−7.65				1	0					0.7	0.0	

Die zweite Spalte wird später erklärt werden.

[1] Es sind die nicht im P. G. C. von L. Boss vorkommenden Sterne weggelassen, da dies durchweg schwächere, aus einem exzeptionellen Grunde beobachtete Sterne sind.

Die Querbewegungen wurden dem Preliminary General Catalogue von L. Boss entnommen, und zwar stand mir hierfür nicht nur eine von Hrn. J. C. Kapteyn gütigst überlassene Umrechnung der Bossschen Eigenbewegungen nach Apizialkomponenten zur Verfügung, in der die Spektraltypen nach den besten Angaben der Harvard Annals eingetragen waren, sondern ich konnte auch von einer Reduktion der Eigenbewegungen auf die nullte Größe mit Hilfe des erwähnten Faktors $10^{0.2m}$ Gebrauch machen, die Frl. J. Lehmann für einen andern Zweck ausgeführt hatte.

Das Resultat für die auf die Größe 0.0 reduzierten Querbewegungen gibt folgende Tabelle:

Tabelle 2.

Verteilung der auf $0^m.0$ reduzierten Querbewegungen.

Grenzen	*B*	*A*	*F*	*G*	*K*	*M*
0″00 bis 0″05	287	258	91 (0″00–0″10)	105 (0″00–0″10)	322 (0″00–0″10)	50 (0″00–0″10)
0.06 „ 0.10	140	212				
0.11 „ 0.20	155	338	53	77	209	46
0.21 „ 0.40	95	411	102	99	320	49
0.41 „ 0.80	14	305	154	96	286	49
0.81 „ 1.60	2	107	144	64	166	21
1.61 „ 3.20	0	21	111	51	50	0
3.21 „ 6.40	0	3	35	22	16	0
6.41 „ 12.80	0	0	12	15	10	0
12.81 „ 25.60	0	0	3	7	3	0
25.61 „ 51.20	0	0	1	1	3	0
51.21 „ 102.40	0	0	0	0	1	0
Gesamtsternzahl	693	1655	706	537	1386	215

Diese Zahlen bedürfen z. T. einer erheblichen Korrektion, weil die Eigenbewegungen mit Beobachtungsfehlern behaftet sind. Ich habe aus den Angaben von L. Boss roh entnommen, daß der wahrscheinliche Fehler einer auf $0^m.0$ reduzierten Eigenbewegung 0″05 beträgt und habe die Abzählungen nach der Formel von Hrn. Eddington (Monthly Not. of the Roy. Astr. Soc. Bd. 73 S. 360) korrigiert. Für die *B*-Sterne sind die Querbewegungen so wenig größer als die Beobachtungsfehler, daß die Reduktion für die Bewegungen bis 0″1 nicht mehr nach Hrn. Eddingtons Formel ausgeführt werden konnte und in andrer Weise abgeschätzt wurde, wobei das Resultat immer sehr unsicher bleibt. Die späteren Ableitungen sind also speziell für die *B*-Sterne nur mit Vorbehalt aufzunehmen. Die korrigierte Verteilung der Querbewegungen wurde, wie bei den Radialgeschwindigkeiten, in der Weise zum Ausdruck gebracht, daß der Prozentsatz der den Betrag μ' über-

steigenden reduzierten Querbewegungen berechnet wurde (Tab. 3). Die zweite Spalte der Tabelle findet unten ihre Erklärung.

Tabelle 3.
Prozentsatz der reduzierten Querbewegungen über μ'.

μ'	g'	*B*	*A*	*F*	*G*	*K*	*M*
0″00	∞	100	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
0.05	+ 6.50	50	83.8				
0.10	+ 5.00	32	71.3	86.7	80.4	76.6	76.7
0.20	+ 3.50	14	50.5	79.7	65.0	61.8	54.7
0.40	+ 1.99	2	25.3	65.1	47.3	38.4	32.5
0.80	+ 0.49	0.3	7.9	43.4	29.9	17.9	9.4
1.60	− 1.02	0.0	1.5	22.9	17.9	6.0	0.0
3.20	− 2.52		0.2	7.2	8.4	2.4	
6.40	− 4.03		0.0	2.2	4.3	1.2	
12.80	− 5.53			0.5	1.5	0.5	
25.60	− 7.04			0.1	0.2	0.3	
51.20	− 8.54			0.0	0.0	0.1	
102.40	−10.05					0.0	

§ 3. Einheiten und Klassenzählung.

Es ist für die weitere Behandlung von Vorteil, eine Zählweise der vorkommenden Größen zu wählen, welche sich mehrfach in dieser oder ähnlicher Art in neueren stellarstatistischen Arbeiten findet. Es seien hier im genauen Anschluß an meine Arbeit in Nr. 4557 der Astronomischen Nachrichten folgende Bezeichnungen und Einheiten verwandt:

r Entfernung (Einheit entsprechend einer jährlichen Parallaxe von 1″),

i scheinbare Helligkeit (Einheit die scheinbare Helligkeit eines Sterns nullter Größe),

J absolute Helligkeit oder Leuchtkraft (Einheit die absolute Helligkeit eines Sterns, welcher bei einer jährlichen Parallaxe von 1″ die nullte Größe hat. Die Sonne hat sehr nahe diese Leuchtkraft 1),

μ Eigenbewegung in Bogensekunden im Jahr — in gegenwärtiger Arbeit ist speziell mit μ die Querbewegung gemeint,

V absolute Geschwindigkeitskomponente (Einheit diejenige Geschwindigkeit, welche aus der Entfernung 1 gesehen die Eigenbewegung 1 gibt, d. i. ein Erdbahnradius im Jahr oder 4.737 km/sec).

Es werde ferner gesetzt (unter log ist durchweg der Dezimallogarithmus verstanden):

$$\rho = -5.0 \log r$$

$$m = -2.5 \log i \qquad g = -5.0 \log \mu$$

$$M = -2.5 \log J \qquad G = -5.0 \log V. \tag{1}$$

Es ist dann m die scheinbare Größe in der üblichen Zählweise, M die absolute Helligkeit in Größenklassen ausgedrückt. ρ, g, G können analog als Entfernungsklasse, Eigenbewegungsklasse und Geschwindigkeitsklasse bezeichnet werden. Ich werde den Ziffern für m und M gelegentlich den üblichen Index m (magnitudo), den Ziffern für ρ, g, G den Index c (Klasse) geben.

Es gilt:

$$i = \frac{J}{r^2} \qquad \mu = \frac{V}{r}$$

oder in die Klassenbezeichnung übertragen:

$$M = m + \rho \qquad G = g + \rho. \tag{2}$$

Die Entfernung ρ', in welcher ein Stern die scheinbare Größe $m = o$ hat, ist gegeben durch: $\rho' = M$. Die Eigenbewegung in dieser Entfernung, also die oben eingeführte reduzierte Eigenbewegung wird:

$$g' = G - \rho' = G - M = g - m.$$

Die Formel für die Reduktion der Eigenbewegung auf die nullte Größe lautet also in der Klassenbezeichnung:

$$g' = g - m, \tag{3}$$

was natürlich mit dem oben angeführten Reduktionsfaktor $\mu'/\mu = 10^{0.2m}$ identisch ist. Die Geschwindigkeit und reduzierte Eigenbewegung sind bereits in Tabelle 1 und 3 in Klassen G und g' verwandelt angegeben.

§ 4. Analytische Darstellung der Verteilung der Radialgeschwindigkeiten.

Für jeden Spektraltypus wurde der Zentralwert $\underline{V}$ der Radialgeschwindigkeit, das ist der Wert, unter und über dem 50 Prozent der Radialgeschwindigkeiten liegen, bestimmt. Es ergab sich graphisch:

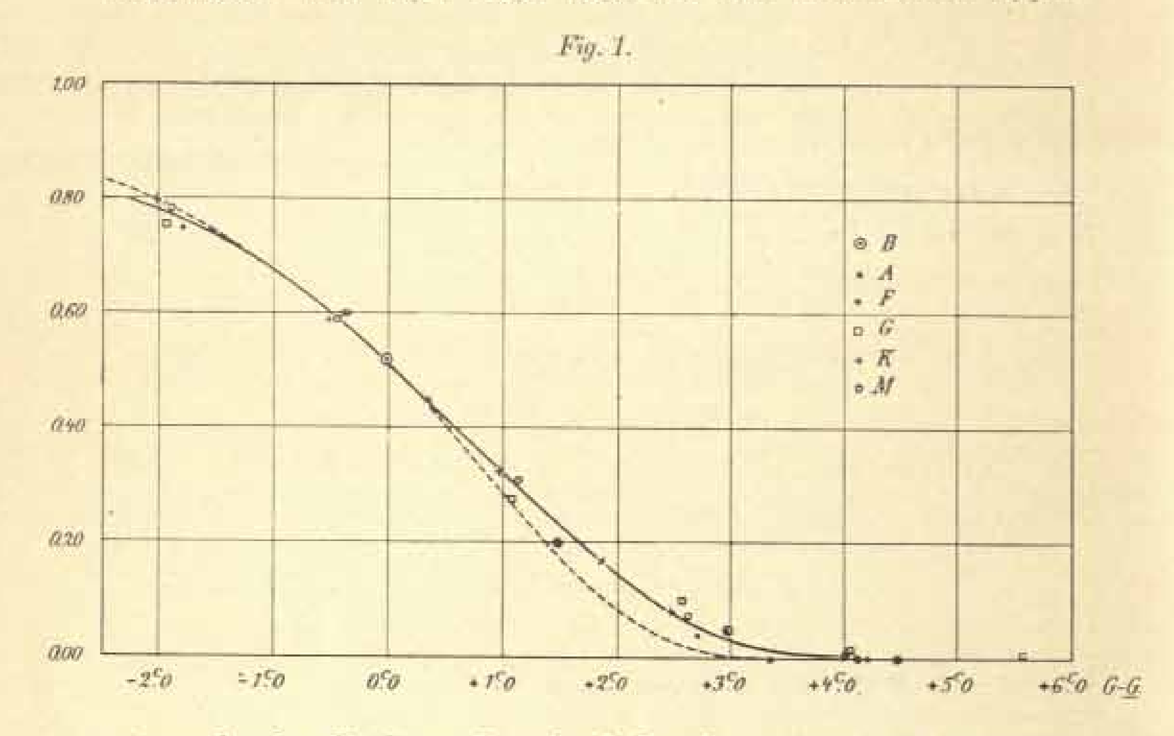
Tabelle 4.
Zentralwerte der Radialgeschwindigkeit.

Typus	B	A	F	G	K	M
$\underline{V}$ in km/sec	5.1	8.5	11.4	12.3	12.7	12.0
$\underline{G}$	$-0^c.17$	$-1^c.28$	$-1^c.91$	$-2^c.07$	-2.14	$-2^c.02$

Die Zahlen sind gleich in Geschwindigkeitsklassen $\underline{G}$ umgerechnet.

Die Prozentzahlen aus Tabelle 1, welche die Verteilung der Radialgeschwindigkeiten angeben, wurden nun für jeden Spektraltypus als Funktion von $V/\overline{V}$ oder, was auf dasselbe hinauskommt, von $G-\overline{G}$ aufgetragen. Wie Fig. 1 zeigt, liegen die den verschiedenen Typen

Fig. 1.



entsprechenden Punkte außerordentlich nahe auf ein und derselben Kurve. Soweit es also die jetzigen Beobachtungen zu beurteilen gestatten, folgt die Verteilung der Radialgeschwindigkeiten für alle Spektraltypen sehr nahe demselben Gesetz, wofern man sie nur nach Vielfachen des — von Typus zu Typus verschiedenen — Zentralwerts mißt. Die Radialgeschwindigkeiten unterhalb des Zentralwerts schmiegen sich nahe einer Gaussschen Verteilung an, die den gleichen Zentralwert hat — die gestrichelte Kurve der Figur 1 stellt eine solche Gausssche Verteilung dar. Dagegen sind bei allen Typen mehr große Geschwindigkeiten vorhanden, als der Gaussschen Verteilung entspricht. Die Verteilung der großen Geschwindigkeiten kann man andererseits sehr gut wiedergeben durch die Annahme, daß die Logarithmen der Geschwindigkeiten oder, was auf dasselbe hinauskommt, die Geschwindigkeitsklassen nach dem Gaussschen Fehlergesetz verteilt sind, indem man also für den Bruchteil der Sterne mit Geschwindigkeiten zwischen den Klassen G und $G+dG$ einen Ausdruck ansetzt:

$$\frac{\gamma}{\sqrt{\pi}} e^{-\gamma^2(G-G_0)^2} dG \quad (\gamma \text{ und } G_0 \text{ Konstante}).$$

Ich will eine Gausssche Verteilung der Logarithmen oder Klassen kurz als »logarithmische Verteilung« bezeichnen. Solche logarithmische Verteilungen sind für die weitere Rechnung sehr bequem. Deswegen habe ich mich bemüht, die gesamte Verteilung auch für Geschwindigkeiten unterhalb des Zentralwerts durch Kombination logarithmischer Verteilungen darzustellen und bin durch Versuche zu folgender Formel gelangt. Es sei $\Psi(G)\,dG$ die zwischen den Klassen G und $G+dG$ liegende relative Sternanzahl. Dann ist:

$$\Psi(G) = 0.216\, e^{-0.213\,(G-\underline{G}+0.45)^2} + 0.044\, e^{-0.213\,(G-\underline{G}-4.0)^2}. \quad (4)$$

Dies sind zwei logarithmische Verteilungen mit gleicher Streuung (gleichem γ), aber verschiedenem Zentralwert ($\underline{G}-0.45$ bzw. $\underline{G}+4.0$) superponiert. Als relative Anzahl $\Sigma(G)$ der über der Geschwindigkeit V oder der entsprechenden Klasse G liegenden Sterne ergibt sich daraus:

$$\Sigma(G) = \int_{-\infty}^{G} \Psi(G)\,dG = 0.83\, W[0.46\,(G-\underline{G}+0.45)] + 0.17\, W[0.46\,(G-\underline{G}-4.0)], \quad (5)$$

wobei W das Wahrscheinlichkeitsintegral

$$W(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-x^2}\,dx \quad (6)$$

bedeutet. Es ist dafür gesorgt, daß $\Sigma(G)$ für $G = +\infty$ gleich 1 wird, wie es die Definition relativer Häufigkeiten verlangt. Die Funktion $\Sigma(G)$ soll die Zahlen aus der zweiten Hälfte der Tabelle 1 oder auch die aus allen Spektraltypen im Durchschnitt folgende, in Fig. 1 gezeichnete Kurve, wiedergeben.

Vor Ausführung der Vergleichung sei noch eine Verlängerung der beobachteten Kurven zu kleinen Werten von V ausgeführt unter einer Voraussetzung, die nur falsch wäre, wenn die Sterne deutlich in zwei Gruppen sich uns nähernder oder von uns entfernender Sterne zerfielen. Es sei nämlich angenommen, daß sich die kleinen Geschwindigkeiten auf gleiche Geschwindigkeitsintervalle gleichförmig verteilen. Für die Funktionen $\Psi(G)$ und $\Sigma(G)$ besagt diese Voraussetzung folgendes. Es ist nach (1):

$$\Psi(G)\,dG = 5 \log e\; \Psi(G) \frac{dV}{V}.$$

Es gibt also $5 \log e\; \Psi(G)/V$ die Verteilung der Geschwindigkeiten auf gleiche Intervalle dV. Dieser Ausdruck soll für kleine V (das sind große G) konstant sein. Mithin für große G:

$$\Psi(G) = \frac{V}{5 \log e} \cdot \mathrm{const} = \frac{10^{-0.2\,G}}{5 \log e} \cdot \mathrm{const}$$

und daraus:

$$\Sigma(G) = \int_{-\infty}^{G} \Psi(G)\,dG = \text{const} \cdot 10^{-0.2G}.$$

Die Konstante wurde natürlich so gewählt, daß Anschluß bei den größten beobachteten Werten von G hergestellt wurde.

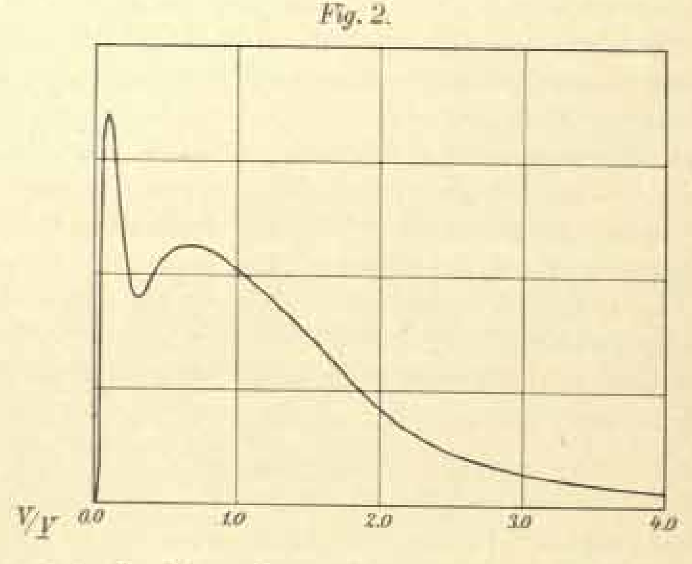
Die folgende Tabelle gibt die aus Fig. 1 entnommenen und auf diese Weise noch extrapolierten beobachteten Werte verglichen mit der Rechnung nach Formel (5).

Tabelle 5.

Beobachtete Verteilung der Radialgeschwindigkeiten verglichen mit Formel (5).

$V/\underline{V}$	$G-\underline{G}$	B	R	$B-R$	$V/\underline{V}$	$G-\underline{G}$	B	R	$B-R$
0.031	+7.52	98.4	99.8	−1.4	0.71	+0.75	64.0	65.2	−1.2
0.044	+6.77	97.7	99.4	−1.7	1.00	0.00	50.7	51.7	−1.0
0.062	+6.02	96.7	98.4	−1.7	1.41	−0.75	36.0	35.0	+1.0
0.088	+5.26	95.4	96.5	−1.1	2.00	−1.51	22.3	20.4	+1.9
0.125	+4.51	93.4	93.6	−0.2	2.82	−2.25	10.5	9.9	+0.6
0.176	+3.76	90.7	90.3	+0.4	4.00	−3.01	3.2	4.0	−0.8
0.25	+3.01	86.6	86.4	+0.2	5.65	−3.76	1.0	1.3	−0.3
0.35	+2.25	81.5	81.9	−0.4	8.00	−4.51	0.5	0.3	+0.2
0.50	+1.51	73.5	75.2	−1.7					

Fig. 2.



Die aus (4) oder (5) resultierende Verteilung V von auf gleiche Intervalle dV, also die Funktion $\frac{1}{V}\Psi(G)$, ist in Fig. 2 aufgezeichnet. Für kleine V pendelt unsre interpolatorische Darstellung noch beträchtlich,

statt, wie zu fordern ist, sich einer Parallelen zur Abszissenachse anzunähern. Indessen schien die Summenfunktion $\Sigma(G)$ nach den Resten $B-R$ in Tab. 5 sich den beobachteten Werten genügend anzuschließen, um vorläufig bei dieser Darstellung stehenbleiben zu können.

§ 5. Theorie[1]. Die Anzahl der Sterne in der Kugelschale zwischen den Entfernungsklassen ρ und $\rho+d\rho$ sei:

$$\Delta(\rho)\,d\rho\,.$$

Unter diesen Sternen seien von der absoluten Größe M bis $M+dM$ der Bruchteil

$$\Phi(M)\,dM$$

und unter diesen wieder von der Geschwindigkeitsklasse G bis $G+dG$ der Bruchteil:

$$\Psi(G)\,dG\,.$$

Da Φ und Ψ relative Anzahlen ausdrücken sollen, ist:

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\Phi(M)\,dM=1\,.\qquad\int_{-\infty}^{+\infty}\Psi(G)\,dG=1\,.\qquad(7)$$

Die Beziehung zwischen $\Delta(\rho)$ und der Anzahl $D(r)$ der Sterne in der Volumeneinheit in der Entfernung r ist offenbar:

$$\Delta(\rho)\,d\rho=-4\pi\,D(r)\,r^2dr\,,$$

und da nach (1):

$$d\rho=-5\log e\,\frac{dr}{r}$$

ist, so folgt:

$$\frac{4\pi}{5\log e}\,r^3D(r)=\Delta(\rho)\,.\qquad(8)$$

Die Anzahl der Sterne in der Kugelschale ρ bis $\rho+d\rho$, der Größe M bis $M+dM$ und der Geschwindigkeitsklasse G bis $G+dG$ wird:

$$\Delta(\rho)\,\Phi(M)\,\Psi(G)\,d\rho\,dM\,dG\,.$$

Faßt man nun die Sterne einer bestimmten scheinbaren Größe m bis $m+dm$ und einer bestimmten Eigenbewegung g bis $g+dg$ ins Auge, so ist, infolge der Beziehungen (2): $M=m+\rho$, $G=g+\rho$, die Gesamtzahl dieser Sterne zwischen den Entfernungen ρ bis $\rho+d\rho$ gleich:

$$\Delta(\rho)\,\Phi\,(m+\rho)\,\Psi\,(g+\rho)\,d\rho\,dm\,dg\,.$$

[1] Man vergleiche Astr. Nachr. Nr. 4557. Die hier gewählte Schreibweise der Ausdrücke nähert sich mehr der von Hrn. C. V. L. CHARLIER in seinen Studies on Stellar Statistics (Lund 1912) benutzten.

Die Gesamtzahl der Sterne aller Entfernungen der scheinbaren Größe m bis $m+dm$ und der Eigenbewegung g bis $g+dg$ wird daher:

$$b_{m,g}\, dm\, dg = dm\, dg \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta(\rho)\, \Phi(m+\rho)\, \Psi(g+\rho)\, d\rho\,.$$

Diese Anzahl ist identisch mit der Zahl der Sterne der Größe m, die die reduzierte Eigenbewegung $g' = g - m$ haben. Führen wir der Deutlichkeit wegen einen neuen Buchstaben b' für diese Anzahl ein, so ist:

$$b'_{m,g'}\, dm\, dg' = dm\, dg' \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta(\rho)\, \Phi(m+\rho)\, \Psi(g'+m+\rho)\, d\rho\,. \qquad (9)$$

Das ist die gesuchte allgemeine Formel für die Verteilung der reduzierten Eigenbewegungen unter den Sternen der scheinbaren Größe m. Wir haben b' und Ψ aus der Beobachtung bestimmt, $\Delta(\rho)$ entnehmen wir anderweitigen Daten. Es bleibt dann eine Integralgleichung für Φ zu lösen.

Eine Bemerkung, die sich an Gleichung (9) knüpft, ist vorauszunehmen. H. von Seeliger hat gezeigt, daß man die Dichte in den hier in Frage kommenden Teilen des Sternsystems sehr nahe einer (negativen) Potenz von r proportional setzen kann. Daraus folgt, daß $\Delta(\rho)$ von der Form $ce^{\lambda\rho}$ wird, wo c und λ Konstanten sind. Bei dieser Form von $\Delta(\rho)$ kann man aber $b'_{m,g'}$ schreiben

$$b'_{m,g'} = \text{const.}\; e^{-\lambda m} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{\lambda(m+\rho)}\, \Phi(m+\rho)\, \Psi(g'+m+\rho)\, d\rho$$

oder indem man $m+\rho$ durch eine neue Variable ersetzt, die man wieder ρ nennen kann:

$$b'_{m,g'} = \text{const.}\; e^{-\lambda m} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{\lambda\rho}\, \Phi(\rho)\, \Psi(g'+\rho)\, d\rho\,.$$

Das Integral ist eine Funktion von g', welche m nicht enthält, d. h. die Verteilung der reduzierten Eigenbewegungen ist bis auf einen von der scheinbaren Sterngröße abhängigen Proportionalitätsfaktor für alle scheinbaren Sterngrößen dieselbe, die prozentuale Verteilung wird identisch für alle scheinbaren Sterngrößen. Wir dürfen daher unsere Auszählung der Eigenbewegungen, die alle Sterne bis etwa zur Größe 6.3 zusammen betrifft, so behandeln, als ob sie nur Sterne einer einzigen bestimmten scheinbaren Größe beträfe. Da die ganze Dichteänderung in dem für uns in Betracht kommenden Gebiet nur gering ist, gilt derselbe Satz noch angenähert, auch wenn $D(r)$ nicht genau von der Seeligerschen Form genommen wird, und zwar namentlich dann, wenn man die gefundene

Verteilung als für die mittlere Größe der abgezählten Sterne (etwa $5^m\!.7$) für den Bossschen Katalog) gültig annimmt. Demgemäß wird unten verfahren werden.

Wir wollen einige spezielle Ausführungen der allgemeinen Formeln vornehmen für die besonders bequemen logarithmischen Verteilungsfunktionen:

$$\begin{aligned} \Delta(\rho) &= a e^{-\alpha^2(\rho-\rho_0)^2} \\ \Phi(M) &= \frac{\beta}{\sqrt{\pi}} e^{-\beta^2(M-M_0)^2} \\ \Psi(G) &= \frac{\gamma}{\sqrt{\pi}} e^{-\gamma^2(G-G_0)^2}\,. \end{aligned} \tag{10}$$

ρ_0, M_0, G_0 sind dabei die Zentralwerte, zu denen die Verteilung symmetrisch ist; $\frac{1}{\sqrt{2\alpha^2}}$, $\frac{1}{\sqrt{2\beta^2}}$, $\frac{1}{\sqrt{2\gamma^2}}$ geben die dem mittleren Fehler entsprechende »mittlere Streuung« um den Zentralwert an. Die Bedingungen (7) sind erfüllt. Für $D(r)$ findet man aus (8) durch einfache Umsetzung:

$$D(r) = A\, e^{-\alpha^2(\rho-\rho_1)^2}\,, \tag{11}$$

wobei gilt:

$$\rho_1 = \rho_0 + \frac{0.3}{\log e}\frac{1}{\alpha^2} \qquad a = \frac{4\pi}{5\log e} A\, 10^{-0.3(\rho_0+\rho_1)}\,. \tag{12}$$

Die Einführung der logarithmischen Ansätze in (9) gibt:

$$b'_{m,g'} = \frac{\alpha\beta\gamma}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} d\rho\, e^{-P}\,,$$

wobei P den Wert hat:

$$P = \alpha^2(\rho-\rho_0)^2 + \beta^2(m+\rho-M_0)^2 + \gamma^2(g'+m+\rho-G_0)^2\,.$$

Daraus wird durch einfache Umsetzung:

$$P = \varkappa^2(\rho-\rho_2)^2 + \sigma^2(g'-g'_0)^2 + \tau^2(m-m_0)^2\,,$$

wobei die Abkürzungen eingeführt sind:

$$\varkappa^2 = \alpha^2+\beta^2+\gamma^2 \qquad \sigma^2 = \frac{(\alpha^2+\beta^2)\gamma^2}{\varkappa^2} \qquad \tau^2 = \frac{\alpha^2\beta^2}{\alpha^2+\beta^2} \tag{13}$$

$$\begin{aligned} \rho_2 &= \frac{\alpha^2\rho_0 + \beta^2(M_0-m) + \gamma^2(G_0-g'-m)}{\varkappa^2} \\ g'_0 &= G_0 - M_0 - \frac{\alpha^2}{\alpha^2+\beta^2}(m+\rho_0-M_0) \\ m_0 &= M_0 - \rho_0\,. \end{aligned} \tag{14}$$

Die Ausführung der Integration nach ρ gibt:

$$b'_{m,g'} = \frac{a}{\sqrt{\pi}} \frac{\beta\gamma}{\varkappa} e^{-\sigma^2(g'-g'_0)^2 - \tau^2(m-m_0)^2}. \tag{15}$$

Die Anzahl aller Sterne der Größe m bis $m+dm$, welche $b_m dm$ heißen möge, erhält man, indem man hier über alle Werte von g' integriert:

$$b_m = \frac{a}{\alpha} \tau e^{-\tau^2(m-m_0)^2}. \tag{16}$$

Wenn man logarithmiert und an Stelle von a und ρ_0 nach (12) A und ρ_1 einführt, erhält man die bei kleinen Werten von α für die numerische Rechnung geeignetere Formel:

$$\begin{aligned}\log b_m = \log\left(\frac{4\pi}{5 \log e} A\right) + \frac{1}{2} \log \frac{\beta^2}{\alpha^2+\beta^2} + \frac{0.09}{\log e} \frac{1}{\alpha^2+\beta^2} \\ -0.6\,\rho_1 + \frac{0.6\,\beta^2}{\alpha^2+\beta^2}(m+\rho_1-M_0) - \log e \frac{\alpha^2\beta^2}{\alpha^2+\beta^2}(m+\rho_1-M_0)^2.\end{aligned} \tag{17}$$

Für die relative Häufigkeit der Eigenbewegungen unter den Sternen der scheinbaren Größe m erhält man aus (15) und (16):

$$\frac{b'_{m,g'}}{b_m} = \frac{\sigma}{\sqrt{\pi}} e^{-\sigma^2(g'-g'_0)^2}. \tag{18}$$

Es sind also die reduzierten Eigenbewegungsklassen nach dem Gaussschen Gesetz verteilt mit der mittleren Streuung $\frac{1}{\sqrt{2\sigma^2}}$. Die Formel (13) für σ^2 kann man so schreiben:

$$\frac{1}{2\sigma^2} = \frac{1}{2\gamma^2} + \frac{1}{2(\alpha^2+\beta^2)}.$$

Im Falle $\alpha = 0$, konstanter Dichte, ist hiernach das Quadrat der mittleren Streuung der Eigenbewegung gleich der Summe dieser Quadrate für die absoluten Geschwindigkeiten und die Leuchtkräfte.

Es seien noch die auf die mittlere Parallaxe der Sterne jeder scheinbaren Größe m bezüglichen Formeln hinzugefügt.

Die Anzahl der Sterne der scheinbaren Größe m bis $m+dm$ in der Entfernung ρ bis $\rho+d\rho$ ist allgemein:

$$\Delta(\rho)\Phi(m+\rho)\,d\rho\,dm$$

oder nach den logarithmischen Ansätzen:

$$\frac{a\beta}{\sqrt{\pi}} e^{-Q}\,d\rho\,dm, \tag{19}$$

wobei Q den Wert hat:

$$Q = \alpha^2(\rho - \rho_0)^2 + \beta^2(m + \rho - M_0)^2$$

und umgesetzt werden kann in die Form:

$$Q = (\alpha^2 + \beta^2)(\rho - \rho_3)^2 + \tau^2(m - m_0)^2, \tag{20}$$

wobei

$$\rho_3 = \frac{\alpha^2\rho_0 + \beta^2(M_0 - m)}{\alpha^2 + \beta^2}$$

ist.

Man sieht aus (19) und (20), daß die Sterne der scheinbaren Größe m bei den logarithmischen Ansätzen in bezug auf Entfernungsklassen nach dem Gaussschen Gesetz verteilt sind. Der Zentralwert ist ρ_3, die mittlere Streuung $\frac{1}{\sqrt{2(\alpha^2 + \beta^2)}}$. Der Entfernungsklasse ρ_3 entspricht eine wahrscheinliche Parallaxe der Sterne der scheinbaren Größe m:

$$\log \underline{\pi}_m = 0.2\rho_3 = 0.2\frac{\alpha^2\rho_0 + \beta^2 M_0}{\alpha^2 + \beta^2} - 0.2\frac{\beta^2}{\alpha^2 + \beta^2}m \tag{21}$$

und der mittlere Fehler des Logarithmus dieser Parallaxe wird:

$$\frac{0.2}{\sqrt{2(\alpha^2 + \beta^2)}} \tag{22}$$

Die mittlere Parallaxe der Sterne der scheinbaren Größe m ergibt sich aus der Formel:

$$\bar{\pi}_m = \frac{\int\limits_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{r}\Delta(\rho)\Phi(m + \rho)\,d\rho}{\int\limits_{-\infty}^{+\infty} \Delta(\rho)\Phi(m + \rho)\,d\rho},$$

deren Ausführung für die logarithmischen Verteilungsfunktionen den einfachen Zusammenhang zwischen mittlerer und wahrscheinlicher Parallaxe gibt:

$$\log \bar{\pi}_m = \log \underline{\pi}_m + \frac{0.01}{\log e}\,\frac{1}{\alpha^2 + \beta^2} \tag{23}$$

§ 6. Bestimmung der Verteilung der Leuchtkräfte.

Es sollen nun die vorstehenden Rechnungen mit den logarithmischen Verteilungsfunktionen zur Lösung unsres Problems verwertet werden. Für die drei in Betracht kommenden Funktionen $\Delta(\rho)$, $\Psi(G)$, $\Phi(M)$ machen wir folgende Ansätze:

1. Für $\Delta(\rho)$: Aus Untersuchungen über die Verteilung aller Sterne zusammen — ohne Trennung nach dem Spektraltypus — ergibt sich als ein genäherter Ausdruck für die Anzahl der Sterne in der Volumeneinheit (Astr. Nachr. Nr. 4557): $\log D(r) = 0.488 - 0.097\rho - 0.0088\rho^2$, der sich leicht umsetzen läßt in:

$$D(r) = 5.70\, e^{-0.0203\,(\rho + 5.5)^2}.$$

Dieser Ausdruck hat ein Maximum von 5.70 für $\rho = -5.5$ ($r = 12.6$, $\pi = 0\rlap{.}''080$). Dieses Maximum ist als die in unsrer Umgebung herrschende Dichte aufzufassen. Das Absinken von $D(r)$ nach kleinerem r zu, welches die Formel gibt, ist eine bedeutungslose und unschädliche Extrapolation.

Ich will nun annehmen, daß sich das Mischungsverhältnis der Spektraltypen in den in Betracht kommenden Entfernungen nicht ändert, daß die Dichte der Sterne jedes Spektraltypus der Dichte aller Sterne zusammen proportional ist, daß mithin für jeden einzelnen Spektraltypus unter Einführung einer besonderen Konstanten A gilt:

$$D(r) = A\, e^{-0.0203\,(\rho + 5.5)^2}. \tag{24}$$

Dabei ist A wieder als die Dichte in unserer Umgebung aufzufassen. Damit sind die Konstanten α und ρ_1 in (11) festgelegt zu:

$$\alpha^2 = 0.0203 \qquad \rho_1 = -5.5\,. \tag{24'}$$

und es folgt aus (12):

$$\rho_0 = -39.6 \qquad \log a = \log A + 14.30$$
$$\Delta(\rho) = A \cdot 10^{14.30} \cdot e^{-0.0203\,(\rho + 39.6)^2}.$$

2. Für $\Psi(G)$ genügte zur Darstellung der beobachteten Verteilung der Radialgeschwindigkeiten nicht die einfache logarithmische Verteilung, vielmehr war die Superposition zweier solcher nötig. Es ergab sich die Formel (4), die wir so schreiben können:

$$\Psi(G) = p_1 \frac{\gamma}{\sqrt{\pi}} e^{-\gamma^2 (G - G_1)^2} + p_2 \frac{\gamma}{\sqrt{\pi}} e^{-\gamma^2 (G - G_2)^2} \qquad p_1 + p_2 = 1 \tag{25}$$

mit den numerischen Werten:

$$\gamma = 0.46 \qquad p_1 = 0.83 \qquad p_2 = 0.17$$
$$G_1 = \underline{G} - 0.45 \qquad G_2 = \underline{G} + 4.0\,. \tag{25'}$$

3. Was die Verteilung der Leuchtkräfte $\Phi(M)$ angeht, so wollen wir den Versuch machen, die einfache logarithmische Verteilung:

$$\Phi(M) = \frac{\beta}{\sqrt{\pi}} e^{-\beta^2 (M - M_0)^2} \tag{26}$$

beizubehalten. Die Auflösung unsrer Integralgleichung reduziert sich dann auf eine Bestimmung solcher Werte der Konstanten β und M_0, welche die beobachtete Verteilung der Eigenbewegungen möglichst gut wiedergeben.

Mit diesen Ansätzen der Verteilungsfunktionen bleiben die Formeln (16), (17), (21) bis (23) für die Anzahl und die mittlere Parallaxe der Sterne jeder Größe ungeändert. Die Formel (18) für die Verteilung der Eigenbewegungen geht über in die Summe zweier logarithmischer Verteilungen:

$$\frac{b'_{m.g'}}{b_m} = p_1 \frac{\sigma}{\sqrt{\pi}} e^{-\sigma^2 (g' - g'_1)^2} + p_2 \frac{\sigma}{\sqrt{\pi}} e^{-\sigma^2 (g' - g'_2)^2}, \tag{27}$$

wobei ist:

$$\sigma^2 = \frac{(\alpha^2 + \beta^2)\gamma^2}{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}, \quad g'_1 = G_1 - M_0 - \frac{\alpha^2}{\alpha^2 + \beta^2}(m + \rho_0 - M_0), \quad g'_2 = g'_1 + G_2 - G_1. \tag{28}$$

Die prozentuale Summe aller reduzierten Eigenbewegungen über g' wird:

$$\frac{1}{b_m} \int_{-\infty}^{g'} b'_{m.g'} \, dg' = p_1 W[\sigma(g' - g'_1)] + p_2 W[\sigma(g' - g'_2)]. \tag{29}$$

Dieser Ausdruck ist mit den in Tabelle 3 gegebenen beobachteten Anzahlen zu vergleichen, und zwar ist, wie gesagt, durch geeignete Wahl von β und M_0 möglichster Anschluß herzustellen. Statt β und M_0 kann man auch die unmittelbar davon abhängenden Konstanten σ und g'_1 zuerst zu bestimmen suchen. Das läßt sich zeichnerisch leicht ausführen. Der Ausdruck (29) lautet unter Benutzung der numerischen Werte aus (25'):

$$0.83\, W[\sigma(g' - g'_1)] + 0.17\, W[\sigma(g' - g'_1 + 4.45)]. \tag{30}$$

Mit Hilfe einer Tabelle des Wahrscheinlichkeitsintegrals habe ich diesen Ausdruck für eine Anzahl Werte von σ als Funktion von $g' - g'_1$ aufgetragen und dann durch Auswahl aus den entstehenden Kurven und gleichzeitige Parallelverschiebung längs der Abszissenachse (Veränderung von g'_1) möglichsten Anschluß an die beobachteten Zahlen herbeizuführen gesucht.

Die gefundenen Werte von σ und g'_1 und den Vergleich zwischen Rechnung und Beobachtung gibt folgende Tabelle.

Tabelle 6.

Darstellung der beobachteten Verteilung der Querbewegungen durch Formel 30.

Typus	*B*			*A*			*F*			*G*			*K*			*M*		
σ	0.32			0.35			0.30			0.225			0.30			0.36		
g_1'	+5.75			+3.00			+0.48			+1.55			+2.22			+2.70		
g'	*B*	*R*	*B−R*	*B*	*R*	*B−R*	*B*	*R*	*B−R*	*B*	*R*	*B−R*	*B*	*R*	*B−R*	*B*	*R*	*B−R*
6″50	50	53.5	−3.5	83.8	85.0	−1.2												
5.00	32	30.7	+1.3	71.3	71.5	−0.2	86.7	89.7	−3.0	80.4	78.5	+1.9	76.6	77.0	−0.4	76.7	75.4	+1.3
3.50	14	12.8	+1.2	50.5	49.9	+0.6	79.7	79.5	+0.2	65.0	64.7	+0.3	61.8	59.8	+2.0	54.7	55.1	−0.4
1.99	2	3.7	−1.7	25.3	25.9	−0.6	65.1	63.6	+1.5	47.3	47.8	−0.5	38.4	38.6	−0.2	32.5	30.1	+2.4
0.49	0.3	0.7	−0.4	7.9	8.7	−0.8	43.4	42.4	+1.0	29.9	31.2	−1.3	17.9	19.2	−1.3	9.4	11.0	−1.6
− 1.02	0.0	0.1	−0.1	1.5	1.9	−0.4	22.9	21.9	+1.0	17.9	17.3	+0.6	6.0	7.1	−1.1	0.0	2.4	−2.4
− 2.52				0.2	0.3	−0.1	7.2	8.4	−1.2	8.4	8.0	+0.4	2.4	1.8	+0.6	0.0	0.3	−0.3
− 4.03				0.0	0.0	0.0	2.2	2.3	−0.1	4.3	3.1	+1.2	1.2	0.3	+0.9			
− 5.53							0.5	0.5	0.0	1.5	1.0	+0.5	0.5	0.0	+0.5			
− 7.04							0.1	0.0	+0.1	0.2	0.2	0.0	0.3		+0.3			
− 8.54							0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		0.1			
−10.05													0.0		0.0			

Die Darstellung ist befriedigend genug, um die Gausssche Verteilung der Größenklassen für das unten noch näher abzugrenzende, überhaupt in Betracht kommende Größenbereich als eine brauchbare Annäherung an die Verteilung der Sterne jedes Spektraltypus nach ihrer absoluten Größe ansehen zu können.

Nachdem σ und g_1' bekannt sind, kann man mit den in Tab. 4 wie in (24′), (25′) angeführten Werten aller in Betracht kommenden Konstanten und der mittleren Größe der Sterne des Bossschen Katalogs $m = 5.7$ aus den Gleichungen (28) ohne weiteres M_0 und β berechnen. M_0 ist, wie wiederholt sei, die mittlere absolute Größe, $\frac{1}{\sqrt{2\beta^2}}$ die mittlere Streuung um diese absolute Größe. Die Werte für jeden Spektraltypus gibt Tab. 7.

Tabelle 7.

	Mittlere Größe M_0	β	Mittl. Streuung $1/\sqrt{2\beta^2}$	Log. der mittl. Parallaxe $\log \pi_m$	$\log \pi_m/\pi_0$	Mittl. Fehler von $\log \pi_m$
B	−3.22	0.421	1″68	$-1.276 - 0.179\,m$	0.116	±0.32
A	−2.52	0.520	1.36	$-0.947 - 0.186\,m$	0.079	0.26
F	+1.81	0.370	1.91	$-0.569 - 0.174\,m$	0.147	0.36
G	+9.15	0.217	3.29	$-0.817 - 0.139\,m$	0.347	0.55
K	−0.46	0.370	1.91	$-0.963 - 0.174\,m$	0.147	0.36
M	−3.31	0.558	1.26	$-1.035 - 0.188\,m$	0.067	0.24

§ 7. Mittlere Parallaxe der Sterne von jedem Spektraltypus.

Durch die Bestimmung von M_0 und β ist man in den Stand gesetzt, auch die mittlere und wahrscheinliche Parallaxe der Sterne von bestimmter scheinbarer Größe m nebst dem mittleren Fehler ihres Logarithmus für jeden Spektraltypus zu berechnen. Man hat nur die gefundenen Zahlenwerte in Formel (21)—(23) einzusetzen. Die Ergebnisse sind in Tab. 7 aufgenommen. Es ist bemerkenswert, wie sicher die Parallaxe für Sterne von bekanntem Spektraltypus — vom G-Typus abgesehen — aus der scheinbaren Helligkeit abgeleitet werden kann.

Eine noch wesentlich sicherere Parallaxe würde natürlich bei Mitberücksichtigung der Eigenbewegung gefunden werden können. Indessen wird man hierfür am besten die Komponente der Eigenbewegung nach dem Apex heranziehen, welche die parallaktische Verschiebung enthält, und nicht die vorstehend benutzte Querbewegung. Ich möchte deshalb auf diese Frage bei Behandlung der andern Komponente der Eigenbewegung zurückkommen.

§ 8. Anzahl der Sterne von jedem Spektraltypus.

Durch die Bestimmung der mittleren Größe und mittleren Streuung der Sterne jedes Spektraltypus ist die relative Häufigkeit der Sterne verschiedener Leuchtkraft in der Volumeneinheit festgelegt. Um unsere Aufgabe zu Ende zu führen, bedarf es nun noch der Bestimmung der Gesamtzahl der Sterne von jedem Spektraltypus in der Volumeneinheit, der Konstante A. Mit den im vorstehenden bestimmten sonstigen Konstanten rechnet man aus Formel (17) folgende Ausdrücke für die Anzahl der Sterne der scheinbaren Größe m am Himmel:

Typus					
B	$\log b_m = \log A$	$+3.82$	$+0.574\,m$	$-0.00790\,m^2$	
A	» = »	$+3.02$	$+0.607$	-0.00818	
F	» = »	$+1.12$	$+0.634$	-0.00766	
G	» = »	-0.30	$+0.594$	-0.00609	(31)
K	» = »	$+2.52$	$+0.599$	-0.00766	
M	» = »	$+3.39$	$+0.599$	-0.00826 .	

Wir bestimmen A, indem wir mit der beobachteten Anzahl der Sterne 5.0ter Größe vergleichen. Für alle Sterne zusammen hat man sehr nahe (vgl. A. N. Nr. 4422)

$$\log b_m = 0.596 + 0.5612\,m - 0.0055\,m^2.$$

Daraus folgt für $m = 5$:

$$\log b_5 = 3.214. \qquad b_5 = 1640.$$

Anderseits finden sich aus den Angaben von Hrn. E. C. Pickering in Harv. Ann. Vol. 64, S. 144 als Prozentsätze des Vorkommens der einzelnen Spektraltypen unter den mit bloßem Auge sichtbaren Sternen (bis $6^m_.25$) folgende Zahlen:

B	*A*	*F*	*G*	*K*	*M*
0.117	0.308	0.118	0.099	0.281	0.075.

Multipliziert man diese Zahlen mit 1640, so erhält man die Anzahl b_5 für jeden einzelnen Spektraltypus, wie in Tabelle 8 angegeben. Der Vergleich mit den Formeln (31) für $m = 5$ ergibt sofort A. Die Zahlen A bedeuten definitionsgemäß die Anzahl Sterne im Würfel, dessen Seite einer Parallaxe von 1" entspricht. Um bequemere Zahlen zu haben, ist noch der Wert $\frac{4\pi}{3}\,1000\,A$ angegeben, welcher die Zahl der Sterne mit Parallaxen über $0''_.1$ bezeichnet.

Tabelle 8.

	B	*A*	*F*	*G*	*K*	*M*
b_5	192	500	194	162	461	123
log A	−4.21	−3.14	−1.81	−0.31	−2.67	−4.09
Zahl der Sterne mit Parallaxe > $0''_.10$	0.26	3.0	65	2000	9.0	0.34

Es sei gleich davor verwarnt, diese Gesamtzahlen der Sterne jedes Spektraltypus für mehr als Rechnungsgrößen zu nehmen.

§ 8. Grenzen der Gültigkeit der Verteilungsformeln. Ergebnis.

Die aufgestellten Gaussschen Verteilungen für die absoluten Größen der Sterne jedes Spektraltypus können nämlich nur über ein begrenztes Größenbereich beanspruchen, eine Annäherung an die wirkliche Zahl der Sterne zu geben. Nach großen Werten von M, dunklen Sternen, hin läßt sich die Grenze folgendermaßen abschätzen. Der Bosssche Katalog, aus dem wir die Eigenbewegungen entnehmen, reicht rund bis zur scheinbaren Größe $m = 6$. Denken wir uns Sterne von Sonnenhelligkeit, $M = 0$. Diese werden dann bei der Abzählung der Eigenbewegungen vorkommen bis zur Entfernungsklasse $\rho = -6$. In größeren Entfernungen werden diese Sterne zu schwach werden, um im Boss-

schen Katalog aufzutreten. Das Volumen der Kugel $\rho = -6$ ist das 4fache des Volumens der Kugel $\rho = -5$, welche der Parallaxe 0."1 entspricht. Nun sind die Abzählungen der Eigenbewegungen, wie sie Tabelle 2 enthält, jedenfalls auf ± 4 Sterne zufällig. Man darf daher für jeden Spektraltypus auf die Kugel der Parallaxe 0."1 sicher einen Stern der Leuchtkraft $M = 0$ zufügen oder wegnehmen, ohne die beobachtete Verteilung der Eigenbewegungen merklich zu ändern. Für Sterne, die um 1, 2 usw. Größen dunkler sind als die Sonne ($M = +1$, $+2$ usw.) wird die Zahl der Sterne für die Kugel der Parallaxe 0."1 nach einer entsprechenden Überlegung unbestimmt um 4,16 usw. Sterne, so daß die aus den Verteilungsfunktionen hervorgehenden Zahlen für dunklere Sterne bald unbrauchbar werden. Für Sterne von größerer Leuchtkraft als die Sonne nimmt die Unbestimmtheit hingegen um einen Faktor 4 für jede Größenklasse ab und wird dadurch mehr und mehr einflußlos. Für die sehr hellen Sterne versagen die Verteilungsfunktionen aber aus einem andern Grunde. Eigenbewegungen unter 0."005 für Sterne fünfter Größe ($g = 11.5$), die, auf die nullte Größe reduziert, der Klasse $g' = 6.5$ entsprechen, können ihrem Betrage nach nicht mehr verbürgt werden, es können also solche Eigenbewegungen immer als beliebig klein angesetzt und beliebig entfernten Sternen zugeschrieben werden. Je entfernter man die Sterne wählt, um so weniger kommen auf die Volumeneinheit. Da die absolute Geschwindigkeit der Sterne im Mittel von der Klasse $\underline{G} = -1$ ist, so wird diese Unbestimmtheit etwa bei Sternen der absoluten Helligkeit $M_0 = \underline{G} - g' = -7.5$ beträchtlich.

Nach diesen Überlegungen ist also z. B. für den G-Typus das Maximum der Häufigkeit, das nach der gefundenen Gaussschen Verteilung der absoluten Größen bei $M_0 = +9.15$, also bei ganz dunklen Sternen eintreten müßte, eine bereits ganz bedeutungslose Extrapolation, brauchbar ist nur ein relativ kleines Stück des Anstiegs der Gaussschen Kurve, das bei den Sternen über Sonnenhelligkeit liegt.

Innerhalb eines demgemäß abgegrenzten Bereichs der Brauchbarkeit wird die Bedeutung der gefundenen Verteilungsfunktionen wohl am deutlichsten, wenn die Anzahl der Sterne über einer vorgegebenen Helligkeit M mit Parallaxen über 0."1 angegeben wird, in Formeln also die Zahl:

$$N_M = \frac{4\pi}{3} 10^3 A \frac{\beta}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{M} e^{-\beta^2 (M - M_0)^2} d\beta . \qquad \begin{matrix} (M_0 \text{ und } \beta \text{ aus Tab. 7.} \\ A \text{ aus Tab. 8.)} \end{matrix}$$

Das ist in nachstehender Tabelle geschehen, die also das **Resultat der Untersuchung** wiedergibt:

Tabelle 9.

Zahl der Sterne heller als die absolute Größe M, mit einer Parallaxe über 0″1.

Typus \ M	0.0	−2.0	−4.0	−6.0
B	0.3	0.2	0.09	0.013
A	2.9	1.9	0.42	0.016
F	11.2	1.5	0.08	0.001
G	5.1	0.6	0.05	0.003
K	5.5	2.0	0.31	0.017
M	0.3	0.3	0.10	0.006
Summe	25.3	6.5	1.05	0.056

Die Zahlen verlaufen etwa so, wie nach den früheren mehr qualitativen Untersuchungen, insbesondere von E. Hertzsprung[1], zu erwarten ist: Sondert man in der Volumeneinheit alle Sterne aus, welche die Sonne an Leuchtkraft um 4 Größenklassen oder mehr übertreffen, so sind unter diesen Sternen die Spektraltypen in ähnlichem Verhältnis vertreten wie am Himmel unter den mit bloßem Auge sichtbaren Sternen. Dabei besteht die bekannte auffällige Erscheinung, daß die einer mittleren Entwicklungsstufe entsprechenden Typen F und G seltener sind als die extremeren Typen A und K. Beschränkt man sich auf die äußerst hellen Sterne, die die Sonne um 6 Größenklassen und mehr übertreffen, so sieht man diese hellen Sterne noch schärfer in zwei Gruppen zerlegt, die der weißen B- und A-Sterne und die der gelben K-Sterne. Faßt man hingegen alle Sterne bis herab zur Sonnenhelligkeit zusammen, so ist deren Verteilung in der Volumeneinheit gänzlich verschieden vom Anblick des Himmels. Die Lücke bei den mittleren Entwicklungsstadien ist verschwunden, es überwiegt der F-Typus, die extremen Typen B und M erscheinen als seltene Ausnahmen.

[1] E. Hertzsprung, Zur Strahlung der Sterne. Archiv für wissenschaftliche Photographie. Bd. III und V.

Ausgegeben am 7. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1914.
XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Gesammtsitzung vom 7. Mai.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Waldeyer las: Über das Ostium pharyngeum tubae. (Abh.)

Im Anschluss an die Besprechung eines Falles von ungewöhnlich grosser pharyngealer Tubenöffnung mit divertikelartiger Aussackung der Tube werden die beim Menschen und bei verschiedenen Thieren vorkommenden Formen des Ostium pharyngeum tubae dargestellt und durch Abbildungen und Präparate erläutert.

2. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Hrn. W. Schulze in der Sitzung der philosophisch-historischen Classe vom 30. April vorgelegten Abhandlung des Hrn. Prof. Dr. Friedrich Delitzsch in Berlin: Sumerisch-akkadisch-hettitische Vocabularfragmente in die Abhandlungen des Jahres 1914.

Unter den Funden von Boghazköi sind 26 Thontafelbruchstücke, die sich dem Verfasser als Theile sumerisch-akkadisch-hettitischer Vocabulare erwiesen haben. Sie lieferten ihm etwa 130 hettitische Wörter (Pronomina, Nomina, Verba, Partikeln); bei etwa 70 lässt sich die Bedeutung vollkommen oder nahezu sicher feststellen. Die schon seit längerer Zeit nicht mehr zweifelhafte Identität der Sprache der beiden Arzawa-Briefe des El-Amarna-Fundes mit dem Hettitischen wird durch die Vocabularfragmente bestätigt. Der indogermanische Charakter des Hettitischen aber scheint trotz der bestechenden Wörter für »mein«, »dein«, »sein«: *miš, tiš, šiš* (Nom.); *mi, ti, ši* (Dat.); *min, tin, šin* (Acc.) im Hinblick auf den sonstigen hettitischen Wortschatz äusserst fraglich. Verwandtschaft mit der in Mesopotamien gesprochenen Mitanni-Sprache hält der Verfasser für ausgeschlossen.

3. Hr. Koser erstattete den Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica für 1913/14.

4. Das ordentliche Mitglied Hr. Brunner hat am 8. April das fünfzigjährige Doctorjubiläum gefeiert; die Akademie hat ihm aus diesem Anlass eine Adresse gewidmet, deren Wortlaut unten folgt.

5. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: F. Weege, Das goldene Haus des Nero (Berlin 1913), bearbeitet mit Unterstützung der Eduard Gerhard-Stiftung; von Hrn. Haberlandt die englische Über-

setzung der 4. Auflage seiner Physiologischen Pflanzenanatomie (London 1914), von Hrn. Hellmann seine Beiträge zur Geschichte der Meteorologie. Nr. 1—5 (Berlin 1914), endlich zwei von correspondirenden Mitgliedern eingesandte Werke: P. Foucart, Les mystères d'Eleusis (Paris 1914) und G. Perrot et Ch. Chipiez, Histoire de l'art dans l'antiquité. Tome 10 (Paris 1914).

Das ordentliche Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hr. Max Lenz hat im Laufe des Monats April seinen Wohnsitz nach Hamburg verlegt und ist damit gemäss § 6 der Statuten in die Zahl der Ehrenmitglieder übergetreten.

Das auswärtige Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Eduard Suess in Wien ist am 26. April verstorben.

Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica.

Von Reinhold Koser.

Zu der 40. ordentlichen Plenarversammlung der Monumenta Germaniae historica, die vom 20. bis 22. April in Berlin verhandelte, waren erschienen die HH. Prof. Bresslau aus Straßburg i. E., Archivdirektor Geh. Archivrat Krusch aus Hannover, Hofrat Prof. Luschin von Ebengreuth aus Graz, Hofrat Prof. von Ottenthal und Hofrat Prof. Redlich aus Wien, Geheimrat Prof. von Riezler aus München, Geh. Hofrat Prof. von Steinmeyer aus Erlangen, sowie die hiesigen Mitglieder Wirkl. Geh. Rat Koser als Vorsitzender, Geheimrat Prof. Schäfer, Geh. Hofrat Prof. von Simson, Prof. Strecker als Protokollführer und Geh. Regierungsrat Prof. Tangl. Durch eine Badekur wurde von den Beratungen ferngehalten Hr. Wirkl. Geh. Rat Prof. Brunner.

Unmittelbar vor ihrem Zusammentritt, am 18. April, erlitt die Centraldirection einen schmerzlichen Verlust durch das Ableben ihres Mitgliedes, des Hrn. Geheimen Justizrats Prof. Dr. Karl Zeumer. Seit 1878 unser ständiger Mitarbeiter, seit 1897 unser Mitglied, ist Zeumer seinem Jugendfreund und langjährigen Arbeitsgenossen Oswald Holder-Egger nur zu bald in den Tod nachgefolgt. Das *Neue Archiv* wird seinen hervorragenden Verdiensten um die Wissenschaft und zumal um die Monumenta Germaniae historica demnächst einen Nachruf widmen.

Die Versammlung wählte zum Mitglied der Centraldirection Hrn. Geh. Justizrat Prof. Seckel in Berlin. Die beiden durch das Reichshaushaltsgesetz für 1913 geschaffenen Stellen für etatsmäßige Mitarbeiter der Centraldirection hat der Herr Staatssekretär des Innern den HH. Dr. Krammer und Privatdozenten Prof. Dr. Caspar übertragen.

In dem Berichtsjahr vom April 1913 bis April 1914 erschienen:

In der Abteilung *Scriptores*:

Scriptorum rerum Merovingicarum Tomus VI. Passiones Vitaeque Sanctorum Aevi Merovingici. Ediderunt B. Krusch et W. Levison.

In der Abteilung *Leges*:

Sectio IV: Constitutiones et Acta Publica Imperatorum et Regum. Tomus V. Pars III. Edidit J. Schwalm (Titel des ganzen Bandes und und Indices). — Tomus VI partis prioris fasciculus I. Edidit J. Schwalm.

In der Abteilung *Antiquitates*:

Necrologia Germaniae. Tomus V (Dioecesis Pataviensis pars altera, Austria inferior). Edidit A. F. Fuchs.

In der Sammlung *Auctores Antiquissimi*:

Auctorum Antiquissimorum Tomi XV pars I. Aldhelmi Opera edidit R. Ehwald (Fasciculus I).

Vom *Neuen Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde*:

Bd. XXXVIII Heft 2 und 3 und Bd. XXXIX Heft 1.

Im Druck befinden sich 9 Quartbände und 3 Oktavbände.

Nach Veröffentlichung des sechsten Bandes der *Scriptores rerum Merovingicarum* sind die HH. Geh. Archivrat Krusch in Hannover und sein ständiger Mitarbeiter Prof. Levison in Bonn an die Drucklegung des siebenten (Schluß-)Bandes herangegangen und haben zunächst die Schlußreihe der Heiligenleben von 735—739 auf 24 Bogen absetzen lassen. Für die Nachträge zu der ganzen Serie, die in den dreißig Jahren seit dem Erscheinen des ersten Bandes notwendig geworden sind, hat Hr. Krusch auf einer Reise nach England wichtiges textkritisches Material gesammelt, zumal für die neue Ausgabe von Fortunats *Vita Germani ep. Parisiensis*, für die durch Hrn. Levison überdies 14 nach Bonn gesandte Handschriften aus Alençon, Angers, Avranches, Brüssel, Cambrai, Dijon, Fulda, Lemans, Reims, Rouen und Troyes verglichen wurden. Die Königl. öffentliche Bibliothek in Stuttgart verlieh nach Bonn die alte Handschrift von Alkwins Vita Willibrordi. In Hannover benützte Hr. Krusch Handschriften aus Einsiedeln, München, Paris, Prag und Wien. In den Supplementen zu den Heiligenleben wird an erster Stelle noch einmal auf die Kritik der *Passio Afrae* einzugehen sein. In einer Appendix werden neue handschriftliche Funde zu Gregors *Miracula* vorgelegt werden. Durch Vergleichungen und andere Mitteilungen unterstützten die Arbeiten an den Merovingern die HH. Bibliothekar Fr. Burg in Hamburg, J. P. Gilson in London, Oberbibliothekar G. Leidinger in München, H. Omont und H. Lebègue in Paris, Dr. P. Wolff in Düsseldorf.

Für den *Liber Pontificalis* hat Hr. Prof. Levison beim Aufenthalt in Bologna und Assisi zwei Auszüge untersucht, freundlichst unterstützt durch die HH. L. Frati und Fr. Pennacchi.

Das für die Fortführung der *Scriptores* von dem Abteilungsleiter Hrn. Prof. Bresslau aufgestellte Programm hat eine Erweiterung dahin erfahren, daß in dem Schlußband der Folioserie (XXX[2]) noch folgende Stücke aufgenommen werden sollen: aus Italien die *Translatio S. Cassii* (Bearbeiter A. Hofmeister), die echte *Vita Bononii* (Schwartz), die älteste *Vita Bernardi Parmensis episcopi* (Bresslau), kleinere süditalienische Annalen in Neubearbeitung, zumal die in SS. III nur sehr fehlerhaft herausgegebenen *Annales Beneventani* (Archivassistent Dr. W. Smidt), die *Profectio Gallica* und die *Vita Odilonis* des *Petrus Damiani* (Schwartz); aus Deutschland: die älteste *Vita Lebuini* (Hofmeister), die von P. Lehmann entdeckten *Notae Aschaffenburgenses* (Bresslau), die *Notae ecclesiae maioris Hildesheimensis* (Hofmeister) und einige andere kleinere Schriften. Hr. Dr. Schwartz, mit dem 1. Oktober 1913 als ständiger Mitarbeiter eingetreten, hat für diesen Band außer den soeben genannten Stücken die *Miracula S. Benedicti* des *Desiderius von Monte Cassino* bearbeitet und ist zur Zeit mit einer Revision der ehedem von dem verstorbenen Dr. Saccur im Manuskript hergestellten Ausgabe der *Vita Anselmi Lucensis* des *Rangerius* beschäftigt; er wird weiter das *Chronicon S. Michaelis de Clusa* übernehmen. Der ständige Mitarbeiter Hr. Prof. Hofmeister hat außer den schon genannten Texten und einer Anzahl von Dedikationsnotizen die *Vita Philippi Cellensis* aus frühkarolingischer Zeit mit der *Inventio* und die *Vita Adalberti Hornbacensis*, die *Fundatio ecclesiae Hildesheimensis* und der *Vita Lietberti episcopi Cameracensis* erledigt. Der Abteilungsleiter hat den Text der *Miracula S. Columbani* und der *Vita Arialdi* fertiggestellt und in Gemeinschaft mit Hrn. Prof. Davidsohn in Florenz die *Vitae Johannis Gualberti* in Angriff genommen. Hr. Archivdirektor Dr. Dieterich in Darmstadt hat die schon früher von ihm hergestellten Ausgaben der *Vita Paulinae* und des *Hecelinus* einer abschließenden Revision unterzogen, und da auch Hr. Geheimer Hofrat Prof. Baist in Freiburg i. B. die Ablieferung seines Manuskripts für die altfranzösische Normannengeschichte des *Amatus von Monte Cassino* in nahe Aussicht gestellt hat, so wird der Druck des Schlusses der Folioserie binnen Jahresfrist beginnen können.

Den Bemühungen des Herrn Abteilungsleiters ist es gelungen, für die nach dem neuen Arbeitsplan in der Oktavserie der *Scriptores rerum Germanicarum* zu veröffentlichenden Quellenwerke zur deutschen Geschichte des 14. Jahrhunderts mit einer einzigen Ausnahme (*Johann von Winterthur*, wegen dessen Verhandlungen noch schweben) geeignete Bearbeiter anzuwerben. Hr. Oberbibliothekar Dr. Leidinger in München hat die Ausgaben des *Chronicon de ducibus Bavariae*, der *Fürstenfelder* Chronik *de gestis principum* und der *Vita Ludovici Bavari*, der das deutsche Gedicht auf diesen Kaiser angeschlossen werden soll, über-

nommen und die Texte der beiden ersten bereits hergestellt. Für die *Vita Karoli IV.* hat sich Hr. Prof. Steinherz in Prag zur Verfügung gestellt. Die Bearbeitung des Eichstädter Annalenwerks *Heinrichs des Tauben* ist dem ständigen Mitarbeiter der Leges-Abteilung, Hrn. Dr. Stäbler, übertragen worden. Inzwischen hat Hr. Prof. Hofmeister für *Mathias von Neuenburg* die handschriftliche Überlieferung vollständig bearbeitet, die ihm leihweise nach Berlin übersandten Codices von Bern und Wien und an Ort und Stelle den vatikanischen verglichen und mit Hilfe der älteren Drucke den Text der beiden nebeneinander zu druckenden Rezensionen und den kritischen Apparat fertiggestellt. Er ist jetzt mit der sachlichen Bearbeitung und einer Untersuchung über Entstehung, Quellen und Überlieferungsgeschichte des Werkes beschäftigt. Zu lebhaftem Dank ist die Abteilung Hrn. Archivrat Prof. Dr. Albert in Freiburg i. B. verpflichtet, der eine wahrscheinlich autographe Urkunde des Mathias im Pfarrarchiv zu Neuenburg für uns photographiert hat. Für die *Chronik des Heinrich von Diessenhoven* hat Hr. Prof. Hofmeister die Handschriften der ersten Redaktion zum erstenmal untersucht, die Handschrift der Ambrosiana in Mailand verglichen, die beiden vatikanischen photographieren lassen. Die für die von ihm übernommene Ausgabe des *Nicolaus von Butrinto* allein in Betracht kommende Pariser Handschrift hat der Herr Abteilungsleiter an Ort und Stelle genau verglichen; die fehlerhafte Schreibung dieser von Nicolaus einem Schreiber in die Feder diktierten Handschrift wird beizubehalten sein als wertvolles Zeugnis für die Aussprache des Lateinischen durch einen Romanen des 14. Jahrhunderts.

Was die sonstigen Arbeiten für die *Scriptores rerum Germanicarum* anbetrifft, so hat zunächst Hr. Oberlehrer Dr. Becker in Rogasen den Druck der neuen *Liudprand*-Ausgabe bis zum vierten Bogen gefördert. Hr. Prof. Bresslau wird die dritte Auflage der *Opera Wiponis* binnen kurzem der Druckerei übergeben, nachdem fast sämtliche Handschriften noch einmal verglichen worden sind, unter anderem bei einem Besuche in Paris, wohin sie Hr. Omont für die Zwecke des Herausgebers in größter Zuvorkommenheit übersenden ließ, eine Gruppe von drei französischen Codices aus Avranches, Cambrai und Douai. Nachforschungen nach den Spuren einer im 15. und 16. Jahrhundert in Süddeutschland mehrfach benutzten Handschrift der *Gesta Chuonradi* führten nur auf große Stücke einer fast wörtlichen deutschen Übersetzung in einer noch ungedruckten Konstanzer Bischofschronik des Stiftsarchivs zu St. Gallen und auf damit zusammenhängende Exzerpte einer wahrscheinlich dem 15. Jahrhundert angehörigen schwäbischen Chronik, die sich in einem Sammelbande von Papieren des *Urstitius* auf der Universitätsbibliothek zu Basel befinden. Von der Handschrift der Zwettler Chronik,

die fast den Wert einer Wipohandschrift hat, besorgte Hr. Prof. Hirsch eine Photographie. Den Druck der zweiten Auflagen des *Adam von Bremen* bzw. des *Chronicon Burchardi praepositi Urspergensis* werden der ständige Mitarbeiter Hr. Privatdozent Dr. Schmeidler in Leipzig und unser Mitglied Hr. Geh. Hofrat von Simson voraussichtlich im Laufe dieses Jahres beginnen lassen; das gleiche stellt Hr. Landesarchivdirektor Prof. Bretholz in Brünn für seine Ausgabe des *Cosmas von Prag* in Aussicht. Die von Hrn. Prof. Uhlirz in Graz weitgeförderte Edition der *Annales Austriae* ist durch den am 22. März d. J. unerwartet eingetretenen Tod dieses ausgezeichneten Gelehrten verwaist. Der Herr Abteilungsleiter wird sich bemühen, einen Bearbeiter für die Vollendung zu gewinnen. Hr. Prof. Tenckhoff in Paderborn hat für die Ausgabe der *Vita Meinwerci* die Handschriften von Cassel, Trier und Brüssel verglichen und jetzt mit der Untersuchung der Quellen der Vita begonnen. Eine Neubearbeitung des *Widukind*, die nach der Auffindung zweier neuer Handschriften keine bloße Wiederholung der letzten Ausgabe von 1904 sein wird, hat Hr. Dr. Paul Hirsch in Straßburg übernommen.

Über Grundsätze für die Ausgabe der historischen und politischen Lieder in deutscher Sprache (bis 1500) hat uns Hr. Archivar Dr. Behrend eine ausführliche Denkschrift vorgelegt.

Die Abteilung *Scriptores* erstattet den HH. Prof. Dr. Meyer von Knonau in Zürich, Stiftsarchivar Dr. Černik in Klosterneuburg, Archivar Marc Morel in Cambrai, Prof. Schellhass in Rom, Prof. L. Frati in Bologna und Prof. Fr. Pennacchi in Assisi für Auskünfte und sonstige Beihilfe ihren verbindlichen Dank.

Über die von ihm geleiteten Serien der Abteilung *Leges* lag der Plenarversammlung ein schriftlicher Bericht des abwesenden Hrn. Wirkl. Geh. Rat Brunner vor, wonach Hr. Prof. Freiherr von Schwind in Wien mit dem Druck der *Lex Baiuwariorum* begonnen hat und Hr. Geh. Justizrat Prof. Seckel die Ausgabe des *Benedictus Levita* im Jahre 1915 abschließen zu können hofft; für die noch zu bewirkende Kollation von sechs von dem Herausgeber nach Berlin erbetenen Handschriften aus Gotha, Paris und St. Gallen wurde ihm von der Plenarversammlung der ständige Mitarbeiter der Leges-Abteilung Hr. Dr. Stäbler als Hilfskraft überwiesen. Bei Fortsetzung der sachlichen Bearbeitung der *Placita* durch Hrn. Geheimen Regierungsrat Prof. Tangl ergab sich durch das Eingehen auf die *Ordines iudiciorum Dei* in einem im übrigen längst bekannten Ordo iudicii aquae frigidae ein Nachtrag an tironischen Noten, der sich als eine neue, von allen bisherigen Fassungen ganz abweichende Oration herausstellte und unter Beigabe eines Facsimile im nächsten Heft des *Neuen Archivs* behandelt werden wird.

Die Leitung der sämtlichen bisher Hrn. Geh. Justizrat Prof. Zeumer unterstellten Arbeiten der Abteilung *Leges* wird dem Wunsche der Centraldirection entsprechend das neue Mitglied Hr. Geh. Justizrat Prof. Seckel übernehmen; sie bleiben in den Händen der bewährten Herren Mitarbeiter. Hr. Dr. Krammer hat von den Texten A bis C der *Lex Salica* 9 weitere Bogen (bis Sign. 17) drucken lassen, Hr. Privatdozent Dr. Bastgen in Straßburg i. E. unter Mitwirkung von Hrn. Dr. Salomon Druck des *Libri Carolini* (*Concilia* T. II Supplementum) bis zum den 19. Bogen fortgeführt. In der Sektion *Constitutiones et acta publica imperii* hat Hr. Bibliothekar Prof. Schwalm in Hamburg den Schlußfaszikel des V. Bandes (mit dem Namenregister und dem von Hrn. Dr. Salomon bearbeiteten Sach- und Wortregister) sowie den ersten Faszikel (56 Bogen) des VI. Bandes veröffentlicht und beabsichtigt, noch im Laufe dieses Jahres den zweiten Faszikel (bis Ende 1331) folgen zu lassen. Die Ausgabe der *Constitutiones* aus der Regierungszeit Karls IV. wird Hr. Dr. Salomon, der neben dem verstorbenen Abteilungsleiter bereits auf dem Titel von Band VIII[1] als Mitherausgeber genannt wurde, jetzt allein fortführen; Lieferung VIII[2] (bis etwa Bogen 93) soll im Laufe des Sommers 1914 ausgegeben werden. Auf einer Forschungsreise im Frühjahr 1913 besuchte Hr. Dr. Salomon das jetzt durch ein modernes Inventar erschlossene Stadtarchiv von Cambrai, das Departementalarchiv zu Lille, wo sich in dem außerordentlich reichen, aber noch ganz ungeordneten »Fonds de Cambrai« ein fast vollständiger Bestand bisher unbekannter Akten über einen Prozeß des Domkapitels gegen den Reichsfiskus von 1348 fand, das Staatsarchiv und die Universitätsbibliothek in Lüttich und das Staatsarchiv in Brüssel; sein Reisebericht gedenkt rühmend der ihm durch den Archiviste du Nord Hrn. Max Bruchet in Lille, den Archivar Hrn. E. Fairon und den Bibliothekar Hrn. J. Brassine in Lüttich erwiesenen Gefälligkeiten. Durch Übersendung von Archivalien, Handschriften, Photographien unterstützten die Arbeit an den *Constitutiones* die Hofbibliothek und das Haus-, Hof- und Staatsarchiv zu Wien, das Königl. Sächsische Hauptstaatsarchiv, das Staatsarchiv in Stettin, das Fürstlich Salm-Salmsche Archiv in Anholt, die Stadtarchive von Breslau, Frankfurt a. M. und Frankfurt a. O., die Hof- und Staatsbibliothek in München, die Universitätsbibliothek in Lüttich, das Museo Civico in Padua sowie die HH. Stadtarchivar Dr. Huyskens in Aachen, Archivar Prof. Dr. Torelli in Mantua und Bibliothekar G. da Re in Verona.

Hr. Prof. Richard Scholz in Leipzig erstattete einen ersten Bericht über die von ihm übernommene Ausgabe des *Marsilius von Padua* für die Sammlung der *Tractatus selecti de iure imperii saec. XIII. et XIV.* Die Arbeit des Hrn. Archivassistenten Dr. Hermann Meyer am *Lupold*

von Bebenburg wird durch seine Versetzung von Magdeburg nach Berlin an das Geheime Staatsarchiv wesentlich gefördert werden.

Die Arbeiten für die Karolingerserie der Abteilung *Diplomata* wurden durch Hrn. Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Tangl und seine Mitarbeiter HH. Archivassistenten Dr. Hein und Archivar Dr. Müller durch Nachprüfung des Facsimile-Apparats zu den Urkunden Ludwigs des Frommen und Lothars I., durch Diktatuntersuchungen und Scheidung nach Empfängergruppen fortgesetzt. Eine für Bd. XXXIX des Neuen Archivs bestimmte Abhandlung des Hrn. Dr. Hein über die Kanzlei Lothars befindet sich im Druck. Ebenda wird der Hr. Tangl die gegen die Ergebnisse Theodor Sickels in bezug auf die Epoche Pippins neuerdings erhobenen Einwände im Zusammenhang erörtern. Das Fehlen eingehender Diktatuntersuchungen für die Urkunden Karls des Großen ist bei der Fortführung der Editionsarbeiten in wiederholten Fällen als Hemmnis empfunden worden; die von dem Herrn Abteilungsleiter veranlaßte Berliner Dissertation von G. Kleeberg »Untersuchungen zu den Urkunden Karls des Großen« (1914) füllt diese Lücke in der Forschung wenigstens teilweise aus.

Die Bearbeitung der *Diplome Heinrichs III.* in der Serie *Diplomata saec. XI.* ist durch den Abteilungsleiter Hrn. Prof. Bresslau und den ständigen Mitarbeiter Hrn. Prof. Wibel bis zu dem Römerzuge von 1046 im wesentlichen abgeschlossen. Für die spätere Zeit hat das nahezu vollständig gesammelte Material noch zuletzt eine unerwartete Bereicherung erfahren durch den glücklichen Fund eines Kartulars von Michelsberg, den die Verwaltung des Kreisarchivs zu Bamberg infolge unserer Nachfragen gemacht und uns sofort freundlichst zur Verfügung gestellt hat.

Für die Serie *Diplomata saec. XII.* hat der Abteilungsleiter Hr. Hofrat Prof. von Ottenthal Weimar, Göttingen und Paderborn bereist, wo er bei seinen Nachforschungen im bischöflichen Vikariatsarchiv und in der Bibliotheca Theodoriana sich der Unterstützung des Hrn. Prof. Dr. Linneborn zu erfreuen hatte. Im Archiv zu Kopenhagen gewährte ihm der Direktor, Hr. Dr. Secker, alle Erleichterung bei Benutzung der Originale und des Kopiars von Bordesholm, des Langebeckschen Diplomatars und der Sammlung von Petersen zur Geschichte des Bistums und Herzogtums Schleswig. Hr. Prof. Hirsch hat im weiteren Verlauf seiner im März 1913 begonnenen Forschungsreise zu Turin das Archiv der Grafen von Biandrate erfolgreich ausgebeutet, dank einer Empfehlung des Hrn. Prof. Fedele, der sachkundigen Unterstützung durch den Marchese Antonio Raggio di San Giorgio, Schwiegersohn des Besitzers; gleichzeitig wurde das Material in anderen Turiner Sammlungen (Staatsarchiv und Bibliotheken der Accademia delle scienze

und der Deputazione storica) erledigt. Im Departementalarchiv zu Marseille fand er bei dem Vorstande Hrn. Raoul Busquet das freundlichste Entgegenkommen. In Wien wurden durch Hrn. Prof. Hirsch erledigt: die letzten aus der Zahl der mit Originalen Konrads III. einsetzenden Gruppen des Münchener Reichsarchivs (Bamberg, Hersfeld, St. Johann auf dem Bischofsberg, Kaisersheim); ferner die zu St. Paul in Kärnten befindlichen Originale für Lorch, Maulbronn und Bebenhausen, sowie das im Hofkammerarchiv zu Wien zum Vorschein gekommene Original Friedrichs I. für St. Paul (St. 4112) und die Fälschung des Traunschen Archivs in Petronell; desgleichen durch Hrn. Samanek die Originale der Gruppen Aachen, Burtscheid, Kaiserswert, Vilich und Werden. Das Ergebnis seiner Studien über den Einfluß der Bamberger und Würzburger Schreibschule auf die Kanzleien Konrads III. und Friedrichs I. hat Hr. Prof. Hirsch zunächst dem deutschen Historikertag auf der Wiener Versammlung von 1913 vorgetragen. Die Untersuchung der Diktate und die chronologische Einreihung der Diplome Lothars bewirkte der Hr. Abteilungsleiter gemeinsam mit Hrn. Dr. Samanek.

Infolge seiner Ernennung zum außerordentlichen Professor an der Wiener Universität schied Hr. Hirsch Ende März d. J. aus seiner Stellung als ständiger Mitarbeiter aus, wird aber mit seiner bewährten Kraft an den Arbeiten der Abteilung beteiligt bleiben. Als sein Nachfolger wird zum Oktober Hr. von Reinöhl eintreten.

In der Abteilung *Epistolae* war Hr. Privatdozent Dr. Perels mit der Nachprüfung der handschriftlichen Überlieferung der Briefe des *Anastasius Bibliothecarius* beschäftigt. Hierbei sowie bei den Vorarbeiten zur Herausgabe des kanonistischen Werkes des Bischofs *Bonizo von Sutri* unterstützten ihn durch Anfertigung und Überlassung der Photographie einer Handschrift die Biblioteca Laurenziana zu Florenz, durch Übersendung von Handschriften nach Berlin Hr. Hofrat Prof. Dr. Karabacek, Direktor der K. K. Hofbibliothek zu Wien, die Stadtbibliotheken zu Vendôme und Carpentras, die Universitätsbibliothek zu Graz, die Hof- und Staatsbibliothek zu München und die Bibliothek des Jesuitenkollegs zu Wien-Lainz. Im Neuen Archiv Bd. XXXIX veröffentlichte Hr. Dr. Perels den zweiten Teil seiner Abhandlung über die Briefe *Nicolaus I.*

Hr. Prof. Dr. Caspar widmete sich ganz den Vorbereitungen für die neue Ausgabe des *Registrum Gregorii VII.* Auf seiner zum Schluß des Berichtsjahrs unternommenen Reise nach Rom fanden seine Untersuchungen durch den Herrn Präfekten des Vatikanischen Archivs, Monsignore Ugolini, dankenswerteste Förderung. Der Abteilungsleiter Hr. Geh. Regierungsrat Prof. Tangl hat die Arbeiten für seine Ausgabe der Bonifatiusbriefe in der neuen Serie der *Epistolae selectae* mit Ver-

gleichung der Karlsruher Handschrift abgeschlossen und der Druckerei den Anfang des Manuskripts übergeben.

Die Abteilung *Antiquitates* wird dem während des Berichtsjahrs ausgegebenen, von Hrn. Pfarrer Dr. Adalbert Fuchs O. S. B. in Hainfeld (Niederösterreich) bearbeiteten fünften Bande (Passauer Diözese österreichischen Anteils) der *Necrologia* den Parallelband IV für den bayrischen Anteil der Passauer Diözese bald folgen lassen, da Hr. Stiftskanonikus Dr. Fastlinger in München den Druck bis zum 34. Bogen gefördert hat, unterstützt durch den Gräflich Preysingschen Archivar Hrn. Dr. Sturm, der die Anfertigung der Register übernahm. Die Bibliothek von Kremsmünster verpflichtete den Herausgeber durch die Übersendung der Handschrift des dortigen Nekrologiums.

Von dem durch den Abteilungsleiter Hrn. Prof. Strecker bearbeiteten zweiten Faszikel der *Poetae Latini* T. IV sind noch etwa 10 Bogen abzusetzen; die von Hrn. Prof. Osternacher in Urfahr (Oberösterreich) für den Druck vorbereitete *Ecloga Theoduli*, von der statt der bisher bekannten 20 Handschriften jetzt 165 nachgewiesen werden können, soll nebst anderen Stücken einem dritten Faszikel vorbehalten bleiben. An der Lesung der Korrekturen beteiligten sich freundlichst die HH. Prof. Hofmeister in Berlin, Privatdozent Paul Lehmann und Prof. Vollmer in München und Privatdozent Polheim in Graz; auch Hr. Prof. Wilhelm Meyer in Göttingen hat bei der Drucklegung wie immer bereitwilligst mit seinem Rate geholfen. Weiter schuldet die Abteilung großen Dank den HH. Bibliothekar Jakob Werner in Zürich, Dr. Dreyer in Florenz, A. Ratti, Präfekten der Ambrosiana in Mailand, Cesare Bobbi, Generalvikar der bischöflichen Kurie in Bobbio, Girolamo dell'Acqua, Bibliothekar in Pavia, Giulio Bariola, Direktor des Museum Lapidarium in Modena, V. Leroy, Direktor der Bibliothek in Angers, P. Hermann Brewer S. J. in Brüssel, sowie den Königl. Bibliotheken in Brüssel und in München. Die Theodulstudien des Hrn. Osternacher wurden gefördert durch die HH. Henri Michel in Amiens, J. Lecat in Valenciennes, Massip in Toulouse, R. Cardinelli in Lyon, J. V. Scholderer vom British Museum in London.

Im ersten Halbband der XV. Bandes der *Auctores antiquissimi* veröffentlichte Hr. Hofrat Ehwald in Gotha von den Werken des *Aldhelm von Sherborne* die *Carmina ecclesiastica, De metris et enigmatibus ac pedum regulis* und die *Prosa de virginitate*. Der zweite Halbband ist bis auf die Register im Druck vollendet.

Im Redaktionsausschuß für das *Neue Archiv* ist an Stelle K. Zeumers Hr. Prof. Strecker den HH. Bresslau und Tangl an die Seite getreten. In der Schriftleitung wird Hrn. Tangl, der sie nunmehr allein übernimmt, Hr. Dr. Salomon als Korrespondenzsekretär unterstützen.

Mit der Verwaltung der *Traube-Bibliothek* wurde nach Ernennung des Hrn. Dr. Hoppe zum Landtagsbibliothekar in Dresden zu Beginn des laufenden Jahres der frühere Mitarbeiter der Leges-Abteilung Hr. Dr. Lüdicke, Archivar am Geheimen Staatsarchiv zu Berlin, beauftragt.

Außer den in dem vorstehenden Bericht bereits genannten wissenschaftlichen Anstalten und einzelnen Gelehrten gilt der Dank der Centraldirection auch in diesem Jahre für mannigfache Förderung ihrer Arbeiten den hohen Reichs- und Staatsbehörden, dem Vorstand des Königl. Preußischen Historischen Instituts zu Rom, Hrn. Geh. Regierungsrat Prof. Kehr, dem Hrn. Präfekten der Vatikanischen Bibliothek P. Franz Ehrle und den HH. Beamten der Handschriftenabteilung und des Zeitschriftensaales der Königl. Bibliothek zu Berlin.

Adresse an Hrn. Heinrich Brunner zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 8. April 1914.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Zum fünfzigsten Male jährt sich der Tag, an dem Sie in Ihrer österreichischen Heimat den Ritterschlag in iure utroque empfingen. Bei Ihrem Jubiläum begrüßt Sie die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften mit herzlichem Glückwunsch. Voll stolzer Freude können Sie, und wir mit Ihnen, auf Ihre an Arbeit und glänzenden Erfolgen reiche Laufbahn in der Militia legalis zurückblicken. Sie waren einer der wenigen, die, kaum daß sie in den Sattel gestiegen waren, den Führerstab ergreifen durften.

In unserm Kreis, in den Sie vor drei Jahrzehnten als ein Forscher von bereits festbegründetem europäischen Ruf eintraten, haben Sie auf einer Stelle gewirkt, an der vor Ihnen Karl Friedrich Eichhorn und Karl Gustav Homeyer gestanden hatten. Eichhorn, der Schöpfer der deutschen Rechtsgeschichte, hat für den Aufbau der Disziplin gewissermaßen das Fachwerk hingestellt, dessen Ausfüllung Aufgabe seiner Nachfolger werden sollte. Die Vertiefung in die abschließende Einzeluntersuchung begann, nach dem Gesetze der Einseitigkeit aller ersten wissenschaftlichen Fortschritte, mit der fast ausschließlichen Erforschung der sächsischen Rechtsdenkmäler des Hochmittelalters, der Homeyer sein langes Leben weihte. Durch unzulässige Verallgemeinerung von Homeyers Ergebnissen drohte die deutsche Rechtsgeschichte zur sächsischen Rechtsgeschichte herabgedrückt zu werden. Da haben Sie zur rechten Zeit, angeregt von einzelnen Vorgängern, wie Paul Roth und Ihrem Lehrer Georg Waitz, das verschobene Gleichgewicht wiederhergestellt durch Heranziehung der Rechte aller Glieder der germanischen Völkerfamilie, namentlich des Frankenrechts; und neuer Einseitigkeit beugten Sie vor durch die Mahnung, den Einfluß des fränkischen Rechts nun nicht ebensosehr zu überschätzen, wie er früher unterschätzt worden war.

Der Quellenkreis, auf dem die deutsche Rechtsgeschichte ruhte, beschränkte sich lange Zeit in der Hauptsache auf die für ganze Jahr-

hunderte versagenden Aufzeichnungen formulierter Sätze des deutschen Rechts. Es ist Ihnen gelungen, empfindliche Lücken dadurch zu schließen, daß Sie der deutschen Rechtsgeschichte zwei neue Quellenprovinzen eroberten: die Urkunden, die als solche in der Lehre von den Quellen des deutschen Rechts vor Ihrem Eingreifen nicht einmal genannt wurden, und die außerdeutschen Tochterrechte des fränkischen Rechts, die Sie als erster für die vorsichtige, nur dem geborenen Historiker mögliche Rekonstruktion des fränkischen Mutterrechts verwertet haben. Als die Diplomatik durch das Verdienst Ihres Lehrers Theodor Sickel die Schwingen breiter und höher entfaltet hatte, setzten Sie mit Ihren Untersuchungen der Privaturkunde ein, um durch Ihre begrifflichen und entwicklungsgeschichtlichen Entdeckungen, durch die Unterscheidung grundsätzlich verschiedener Typen und durch die Geschichte ihrer Mischbildungen der germanischen Urkundenlehre das feste juristische Gepräge aufzudrücken. Die fränkischen Tochterrechte, das altfranzösische, das anglonormannische, das englische, das niederländische Recht haben Sie nicht um ihrer selbst willen und nicht als Rechtsvergleicher erforscht, sondern um der deutschen Rechtsgeschichte willen.

Die Ihnen eigenen Methoden, die mit glücklichem Spürsinn getroffene Wahl der Gegenstände und die Energie, mit der Sie die Quellen restlos auszuschöpfen gewohnt sind, haben die schönsten und reichsten Früchte getragen in Gestalt Ihrer feinsinnigen, tiefbohrenden, mit künstlerischer Plastik in sich abgeschlossenen Abhandlungen und Monographien zur Geschichte der Rechtsquellen, des Prozeßrechts, des Strafrechts, des Privatrechts, des Lehenwesens. Mit dem Spaten des Urkundenforschers haben Sie die lange verborgen gebliebenen geschichtlichen Wurzeln der Schwurgerichte im fränkischen und normannischen Beweisrechte freigelegt. Die Geschichte der Wertpapiere haben Sie von der fränkisch-romanischen Urkunde bis hinein in die Dogmatik des geltenden Rechts verfolgt. Überall sind Sie auf streng induktivem Weg, abhold allen Phantasiegebilden, zu neuen, häufig erst aus dem Rohen herausgearbeiteten, festbegründeten Ergebnissen gelangt.

So vorbereitet, haben Sie vor mehr als dreißig Jahren das Hauptwerk Ihres Lebens in Angriff genommen, das Handbuch der deutschen Rechtsgeschichte. In Ihrer akademischen Antrittsrede sprachen Sie selbst davon, wie nach Abschluß einer Gruppe Ihrer geschichtlichen Arbeiten die bei einem Hochschullehrer des deutschen Rechts nicht ausbleibende Neigung, der Geschichte untreu zu werden und auf dogmatischem Gebiete weiterzuarbeiten, überwunden wurde durch die Aufforderung Ihres Freundes Karl Binding, für sein Handbuch der Rechtswissenschaft die deutsche Rechtsgeschichte zu schreiben. Die

Aufgabe wäre vielleicht, trotz der vielen Ablenkungen, die die Arbeitslast der Berliner juristischen Professur mit sich bringt, lösbar gewesen, wenn sich die Lösung beschränkt hätte auf die »Zusammenfassung der seit Eichhorn aufgetauchten Probleme und aufgespeicherten Resultate«. Ihrer ganzen Forschernatur widerstrebt aber nichts mehr, als in einem groß angelegten Handbuch nur zusammenfassende Arbeit zu leisten. Wie in Ihren Einzelschriften, die dem Hauptwerke vorangingen, und die es bis auf die jüngste Zeit begleiteten, so konnten und wollten Sie in Ihrer Rechtsgeschichte keinen Satz niederschreiben, der nicht auf die womöglich erschöpfende Erforschung der Quellen gegründet ist. So ist das Handbuch der deutschen Rechtsgeschichte unvollendet geblieben. Felix culpa! Was in zwei inhaltsschweren Bänden vorliegt, die Geschichte des Rechts in germanischer Zeit und die Geschichte der Quellen und des öffentlichen Rechts in fränkischer Zeit, ist ein Werk geworden, das Freunde wie Gegner einstimmig als Meisterwerk anerkennen. Als Ersatz für die fehlenden Teile haben Sie jene in immer neuen Auflagen wiederkehrenden Grundzüge der gesamten deutschen Rechtsgeschichte geschrieben, deren meisterlich knapper Zusammenfassung kein anderer Zweig der Rechtsgeschichte Ebenbürtiges zur Seite stellen kann.

Die Akademie gedenkt am heutigen Tage insbesondere auch der treuen Mitarbeit, die Sie bei Verwaltung der Savigny-Stiftung und bei der Schaffung eines Wörterbuchs der deutschen Rechtssprache geleistet haben.

Möge es Ihnen, hochgeehrter Herr Jubilar, vergönnt sein, in einem schönen und langen Lebensabend noch manche reife Frucht Ihres tiefgründigen Schaffens zu pflücken.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Zwei macedonianische Dialoge.

Von Friedrich Loofs
in Halle.

(Vorgelegt am 23. April 1914 [s. oben S. 469].)

Es ist neuerdings gelegentlich darauf hingewiesen worden, daß die nur in einer, noch dazu lückenhaften Handschrift des 11. Jahrhunderts erhaltenen, 1769 von J. A. Mingarelli herausgegebenen *Libri tres de trinitate* des Didymus von Alexandrien (MSG 39, 269—992) Zitate macedonianischen Ursprungs enthalten. Drei Stellen, an denen solche Zitate sich finden, sind, in Anknüpfung an eine beiläufige Bemerkung von K. Holl (Zeitschrift für Kirchengeschichte 25, 1904, S. 388 f.), von E. Stolz (Didymus, Ambrosius, Hieronymus; Theol. Quartalschrift 87, 1905, S. 400 Anm. 3) aufgeführt. An einer dieser drei Stellen meinte Stolz — im Gegensatz zu Holl, der ein wörtliches Zitat konstatierte, — in Rücksicht auf die vorangehende Kritik des Didymus (οὐκ ἔστιν ἀκοῇ ἀκοῦσαι) einem mündlich gemachten Einwand der Gegner des Didymus zu begegnen. Die beiden andern wurden von ihm auf zwei verschiedene macedonianische Schriften zurückgeführt, von denen die eine ein Dialog gewesen sei.

Da nicht eine einzige macedonianische Schrift uns erhalten ist, lohnt es sich, den macedonianischen Zitaten bei Didymus — es sind ihrer viel mehr als drei — genauer nachzugehen und sie mit den wenigen andern Resten macedonianischer Schriftstellerei, die sich nachweisen lassen, zusammenzustellen.

Ich drucke zunächst alle hier in Betracht kommenden Zitate bei Didymus, einschließlich der zweifelhaften, mit den sie einführenden Sätzen unter fortlaufenden Nummern ab.

1. Μοχθηροὶ δὲ ἑαυτοῖς τε καὶ τοῖς ἀκούουσιν γινόμενοι αἱρετικοὶ βιαίοις ἐπιχειρήσεσιν συκοφαντοῦσι τοὺς ἡμῶν καὶ αὐτῶν ἀμείνους καὶ μέγιστον διαφέροντας καὶ περὶ τοῦ ἁγίου πνεύματος χρήσαντας ἁγίους, οἷς οὐκ ἐναντία νομοθετητέον· φασὶ γὰρ κατὰ λέξιν οὕτως·

5 Ὅτ' ἂν οὖν λέγῃ ὁ θεός· »Ὁ παῖς μου Ἡσαΐας« καί· »Υἱός μου Ἰσραήλ«, ἡ »μοῦ« συλλαβὴ ἔχειν τι κοινὸν τὴν ἀνθρωπείαν φύσιν πρὸς τὴν

7 τοῦ θεοῦ δείκνυσιν. ὥσπερ οὖν, φησίν, τοῦτο εἶπεν ὡς τοῦ εἶναι αὐτοῖς αἴτιος, οὕτως καὶ τὴν ψύχωσιν αὐτῶν »πνεῦμά μου« προσεῖπεν.

5 Jes. 20, 3. 5 f. Exod. 4, 22. 7 Das φησίν ist trotz des φασί oben in den Einführungsworten nicht zu ändern. Es besagt nicht mehr als unser »heißt es« und findet sich als Hinweis darauf, daß zitiert wird, auch in den folgenden Nummern sehr häufig. 8 z. B. Gen. 6, 3.

II, 2: Mingarelli *p.* 120; Migne *p.* 461 BC.

2. Οἱ δὲ τὸ Μακεδονίου πρεσβεύοντες δόγμα, τῆς αἱρέσεως αὐτῶν μᾶλλον ἢ τἀληθοῦς γινόμενοι, οὐδέν τι συμβαῖνον τοῖς τῶν λογίων βλέπουσιν· συναρπακτικῶς γὰρ μυθεύονται ῥήμασιν αὐτοῖς ὡς

Οὐ χρὴ ὁμωνυμίαις ἢ συνωνυμίαις ⟨ἢ⟩ ὁμοιολεξίαις προσέχειν. τοῦ γὰρ
5 θεοῦ, φησίν, τὸ »ἀγαθὸς« ὄνομα τῷ »εἷς θεὸς« συμπέπλεκται, ἐπὶ δὲ τῷ ἁγίῳ πνεύματι τῷ »ἀγαθὸς« ὀνόματι οὐ συνέζευκται τὸ »εἷς θεός«. καὶ πάλιν »ἀγαθός«, φησίν, ἐγράφη εἶναι καὶ ἄνθρωπος, ὡς ἡνίκα λέγει· »Ἀγάθυνον, κύριε, τοῖς ἀγαθοῖς« καί· »Ὁ ἀγαθὸς ἄνθρωπος ἐκ τοῦ ἀγαθοῦ θησαυροῦ ἐκβάλλει ἀγαθά«. ὁμοίως δέ, φησίν, »ἀγαθὰ« ὁμωνύμως καὶ
10 ἄψυχα, ὡς ὅτ᾽ ἂν προφητεύῃ· »Ἐὰν θελήσητε καὶ ἀκούσητέ μου, τὰ ἀγαθὰ τῆς γῆς φάγεσθε«. ἀλλὰ καὶ ἐπὶ ἀνυποστάτων δῆθεν πραγμάτων εἴρηται· »Ἀγαθὸν τὸ ἐξομολογεῖσθαι τῷ κυρίῳ«. ὁμοίως »ὁ ἅγιος«, φησίν, καλεῖται καὶ ἄνθρωπος, »δύναμίς τε θεοῦ«, φησίν, καὶ σκώληξ, ᾗ γράφει· »Ἡ κάμπη ἡ δύναμίς μου ἡ μεγάλη«, καὶ ὁ σωτὴρ δέ· »Αἱ δυνάμεις τῶν οὐρανῶν σαλευθήσονται«.

2 Mingarelli, zaudernd (vgl. die Anm. 8 = Migne 50), συναρπακτικῶς = *summatim*; aber man wird an συναρπάζειν = »etwas schnell hinsagen« oder an συναρπάζειν τὸ ζητούμενον zu denken haben; vgl. II, 8, 3 Mingarelli *p.* 223; Migne *p.* 628 B: ὧν ἂν ἀπρὶξ ἐπιλάβωνται, ταῦτα ... ὡς βέβαια προφέροντες. 4 ἢ *add.* Mingarelli. 5 f. Vgl. Marc. 10, 18 und Neh. 9, 20. 7 Psalm 124, 4. 8 Matth. 12, 35. 10 Jes. 1, 19. 12 Psalm 91, 1. 14 Joel 2, 25. 14 f. Matth. 24, 29.

II, 3; Mingarelli *p.* 128 f.; Migne *p.* 476 A.

3. φασίν· Πῶς τοῦ πνεύματος πνεῦμα τὸ ἅγιον πνεῦμά ἐστιν;

1 Vgl. Joh. 4, 24.

II, 4; Mingarelli *p.* 132; Migne *p.* 481 A.

4. Οἱ οὖν ἄγγελοι, φησίν, οὐκ εἰσὶν ἀπὸ τοῦ θεοῦ καὶ ἅγιοι καὶ πνεύματα τοῦ θεοῦ;

1 φησίν ist auch hier nicht zu ändern, denn das φασίν im Index bei Migne *p.* 441 C ist Druckfehler (Mingarelli *p.* 107: φησίν).

II, 4; Mingarelli *p.* 132; Migne *p.* 481 B.

5. ... αὐτοὶ τὴν παρ᾽ Ἰωάννῃ κειμένην θεολογίαν περὶ τοῦ πνεύματος, ἔνθα εἶπεν· »Πνεῦμα ὁ θεός« μεταφέρουσιν εἰς τὸν θεὸν καὶ πατέρα, λέγοντες διὰ τὸ εἶναι πνεῦμα αὐτὸν οὕτω γεγράφθαι.

2 Joh. 4, 24.

II, 4; Mingarelli *p.* 137; Migne *p.* 488 A.

6. ... σοφιστικῶς ἐκ τῶν προκειμένων ἐπάγουσιν·

Ὁ πατὴρ καὶ ὁ υἱὸς ἀληθινός, τὸ δὲ πνεῦμα ἀλήθεια γέγραπται.

1 1. Joh. 5, 6.

II, 4; Mingarelli *p.* 137; Migne *p.* 489 A.

7. .. οἱ τῆς ἁπλουστέρας καὶ ἀληθεστέρας διδασκαλίας ἀλλότριοι αἱρετικοί, ἀναστρέφοντες πολλάκις τὰ αὐτὰ ῥήματα, φασίν·

Μονογενὴς ἐκλήθη ὁ θεὸς λόγος, ἐπειδὴ τὸ ἅγιον πνεῦμα οὐκ ἐκ τῆς ὑποστάσεώς ἐστιν τοῦ πατρός. ἐπεὶ ⟨. . . . .⟩ αὐτὸς μὲν οὐκ ἂν ἐλέχθη μονο-
5 γενής, τὸ δὲ ἅγιον πνεῦμα προσηγορεύθη ἂν ἀδελφὸς αὐτοῦ.

4 Hier fehlt anscheinend etwas. Vielleicht ist eine Zeile wie etwa οὖν ἐδογματίσατε, ὅτι καὶ τὸ ἅγιον πνεῦμα ἐκ τῆς ὑποστάσεώς ἐστιν τοῦ πατρός infolge des Homoioteleutons ausgefallen.

II, 5; Mingarelli *p.* 138; Migne *p.* 492 A.

8. Λέγουσι γάρ·

Εἰ θεὸς τὸ ἅγιον πνεῦμα, ἢ πατὴρ ἢ υἱός ἐστιν· μὴ ὂν δὲ τούτων μηδέν, οὐκ ἔστι θεός, ὡς οὐδὲ τὰ ἄλλα πνεύματα.

1 εἰ *corr.* Mingarelli statt ἤ.

II, 5; Mingarelli *p.* 139; Migne *p.* 492 C.

9. Οὐκ ἔστιν δέ, οὐκ ἔστιν ἀκοῇ ἀκοῦσαι, ἅπερ καὶ εἰς τὸ κεφάλαιον τοῦτο ὡρίσαντο οἱ περὶ τὰς θεολογίας τοῦ ἁγίου πνεύματος ἀποδιακείμενοι. ἀπάγουσι γὰρ εἰς ἔσχατα γῆς ἑαυτοὺς ἀπὸ προλήψεως. ἄκριτος δὲ ἔρως οὐκ εἴωθεν ἀκριβῆ μαρτυρεῖν ἐξέτασιν. ὅμως οὐδὲν οἷον κωλύει αὐτῆς ἐκείνης τῆς πειθανουργίας ἀκοῦσαι. οὕτω γὰρ ἂν ἔτι
5 πλέον καταγνωσθείησαν. ἔχει οὖν ὧδε·

Οὐκ εἴ τι »αἰώνιον« ὁμωνύμως προσηγόρευται, θεὸς δύναται λέγεσθαι, ἀλλ' εἴ τις θεός, αἰωνίων ποιητής. γέγραπται γάρ· »Χρόνων καὶ αἰώνων ποιητὴς ὁ θεός« καὶ πάλιν· »Πολυμερῶς καὶ πολυτρόπως πάλαι ὁ θεὸς λαλήσας ἐν τοῖς προφήταις, ἐπ' ἐσχάτου τῶν ἡμερῶν ἐλάλησεν
10 ἡμῖν ἐν υἱῷ, ὃν ἔθετο κληρονόμον πάντων, δι' οὗ καὶ τοὺς αἰῶνας ἐποίησεν«. εἰ γὰρ εἴ τι »αἰώνιον« προσηγόρευται, »θεὸς« ὀφείλει ὀνομάζεσθαι, ἄπειροι θεοὶ ἔσονται. γέγραπται γάρ· »Καὶ ἐπάρθητε πύλαι αἰώνιοι« καὶ πάλιν· »Ἔτη αἰώνια ἐμνήσθησαν« καὶ αὖθις· »Ὥσπερ πρόβατα αἰώνια« καί· »Ἀναστήσονται οὗτοι εἰς κόλασιν αἰώνιον« καὶ ἑτέρωθι· »Ἀνα-
15 στήσονται οἱ ἐν χώματι γῆς, οἱ μὲν εἰς ζωὴν αἰώνιον, οἱ δὲ εἰς αἰσχύνην αἰώνιον.« ἆρα οὖν καὶ ἡ κόλασις καὶ ἡ αἰσχύνη θεοί; ὁρᾷς εἰς ὅσην ἀτοπίαν καὶ ἀσέβειαν ἡ κατὰ τὸ αἰώνιον ὁμωνυμία ἐκπίπτει.

1 Vgl. Mingarelli *p.* 12 Anm. 1 (= Migne *p.* 288 Anm. 86): *Vox* κεφάλαιον *locum, sententiam aut, si mavis, textum hic significat, ut alibi saepius in hoc opere.* 7 Kein Schriftwort. Entweder liegt hier bei Didymus, der aus dem Gedächtnis und oft ungenau zitiert (vgl. z. B. oben Z. 14 f. Daniel 12, 2), ein vielleicht an Dan. 2, 21 (ἀλλοιοῖ καιροὺς καὶ χρόνους) und Tob. 13, 6 (βασιλέα τῶν αἰώνων) anknüpfender Gedächtnisirrtum vor, oder es ist ein mir unbekanntes Apokryphon (oder Symbol? vgl. Hahn, Bibliothek der Symbole, 3. Aufl., § 45, S. 56: *saeculorum omnium et creaturarum regem et conditorem*) zitiert. 8 Hebr. 1, 1. 2. 12 Psalm 23, 7 u. 9. 13 Psalm 76, 7, aber ἐμνήσθην. Hiob 21, 11. 14 Matth. 25, 46. 14 f. Dan. 12, 2.

II, 6, 4; Mingarelli *p.* 153 f.; Migne *p.* 516 C—517 A.

10. Φάσκουσιν δὲ ὅτι

Οἱ ἄγγελοι οὐχ ἡγιάσθησαν καὶ ὅμως ἅγιοί εἰσιν.

II, 6, 6; Mingarelli *p.* 161; Migne *p.* 528 A.

11. Οὐ γέγραπται οὖν, φησίν, Ματθαίῳ ἀπὸ τοῦ σωτῆρος· Ὁρᾶτε μὴ καταφρονήσητε ἑνὸς τῶν μικρῶν τούτων· λέγω γὰρ ὑμῖν ὅτι οἱ ἄγγελοι αὐτῶν ἐν οὐρανοῖς διὰ παντὸς βλέπουσιν τὸ πρόσωπον τοῦ πατρός μου τοῦ ἐν οὐρανοῖς.

1 Matth. 18, 10.
II, 6, 16; Mingarelli *p.* 170; Migne *p.* 544 B.

12. Μακεδονιανοὶ δὲ φυλαττόμενοι καὶ οἷον δεδοικότες μὴ περὶ αὐτοῦ (scil. τοῦ ἁγίου πνεύματος) ἢ προσήκοντά ποτε λέγοντες ὀφθῶσιν ἢ ἀπρόσηκα προέμενοι λάθωσιν, ἐπιβαίνουσιν ἄνευ δίκης ἑαυτοῖς ἐπιτρέποντες καὶ τῷ κεφαλαίῳ τῷδε, ὅπλα παντοδαπὰ κινοῦντες τοὺς ἀκολάστους λόγους καὶ φάσκοντες συναρπακτικῶς·

5 Γέγραπται, φησίν· »Αἰνεῖτε τὸν κύριον, ὅτι ἀγαθὸν ψαλμός· τῷ θεῷ ἡδυνθείη αἴνεσις« καί· »Ἀγαθὸν τὸ ἐξομολογεῖσθαι τῷ κυρίῳ καὶ ψάλλειν τῷ ὀνόματί σου, ὕψιστε«. οὐδαμοῦ δὲ δῆθεν εὑρίσκομεν »Αἰνεῖτε τὸ ἅγιον πνεῦμα«.

5 Psalm 146, 1. 6 Psalm 91, 2.
II, 6, 18; Mingarelli *p.* 172; Migne *p.* 545 BC.

13. Εἰ γάρ, ὥς φασιν αἱρετικοί, μέσης θεοῦ καὶ ἀγγέλων φύσεώς ἐστιν (scil. τὸ ἅγιον πνεῦμα) καὶ τιμιώτερον καὶ ἀνωτέρω πάντων, ἔδει, ἐπειδὴ κτλ.

II, 6, 18; Mingarelli *p.* 172; Migne *p.* 548 A.

14. Ἀπὸ δὲ τῆς προαιρέσεως τοῦ ἐξοβλήτου καὶ ἀπερριμμένου Οὐαλεντίνου τοῦ μανιχαΐσαντος καὶ πρὸς τοῖς ἄλλοις ἀτόποις μυθοπλάσμασιν μανιωδῶς εἰπόντος ἡλικιώτην τὸ θεϊκὸν πνεῦμα τοῖς ἀγγέλοις ὁρμώμενοι οἱ Μακεδονι⟨αν⟩οί φασιν·

Παῦλος Τιμοθέῳ ἔγραψεν· »Διαμαρτύρομαι ἐνώπιον τοῦ θεοῦ καὶ 5 κυρίου Ἰησοῦ Χριστοῦ καὶ τῶν ἐκλεκτῶν ἀγγέλων«· τὸ δὲ ἅγιον πνεῦμα ὡς συντάξας δῆθεν τοῖς ἀγγέλοις ἀπεσιώπησεν.

4 1. Tim. 5, 21.
II, 6, 19; Mingarelli *p.* 173; Migne *p.* 548 BC.

15. Μνημονευτέον οὖν ὅτι διὰ τὰς αἱρετικὰς ἀδολεσχίας γένεσιν προανέταξεν τῆς ἐνανθρωπήσεως ὁ εὐαγγελιστής, εἶτα γέννησιν. διασύροντες γὰρ ἡμῶν τὰς γραφικὰς ἀποδείξεις λέγουσιν πευστικῶς καθ' ὑπόκρισιν·

Υἱὸς οὖν τοῦ πνεύματός ἐστιν ὁ Χριστός;

2 Vgl. Matth. 1, 18.
II, 7, 3; Mingarelli *p.* 187 f.; Migne *p.* 572 A.

16. Οἱ δὲ καὶ τῶν θείων φωνῶν τούτων ὀλιγωροῦντες καὶ ἐν ἀπορίᾳ πάσῃ τῶν δικαίων καθεστῶτες λοιπὸν ταῖς ἔξωθεν τέχναις ἀποκέχρηνται καὶ ἐπ' ἄλλα καὶ ἄλλα μεταφέρειν ἐπιχειροῦσιν τὰ οὕτως σαφῶς εἰρημένα. φάσκουσι γὰρ λέξεσιν αὐταῖς·

Νεκροὺς ὁ δημιουργήσας τοὺς νεκρουμένους ἐγείρει μόνος. Ἀρχιτέκτονος γὰρ ἔργον φθειρόμενον ζωγράφος οὐκ ἂν διορθώσαιτο, ἀλλ' οὐδὲ ναυπηγοῦ θηρευτής, ἀλλ' οὐδέ γε οἰκοδόμου δρομεύς· ἀλλὰ γὰρ ἀρχιτέκτονος ἀρχιτέκτων καὶ ναυπηγοῦ ναυπηγός. Τὸ δὲ ἅγιον πνεῦμα, φησίν, οὔτε νεκροὺς ἤγειρεν οὔτε ἐδημιούργησεν. Ἅπαξ γάρ, φησίν, ἐπὶ τοῦ Ἀδὰμ δεδημιούργηται ἡ ἀνθρώπων φύσις, καὶ οὔτε ἑτέρα παρ' ἐκείνην, οὔτε πολλάκις· ἀλλὰ καὶ ἡ Εὔα συνεκτίσθη μὲν τῷ Ἀδὰμ τῷ κοινῷ τῆς φύσεως λόγῳ, μετὰ ταῦτα δὲ διεμορφώθη.

II, 7, 3; Mingarelli *p.* 189; Migne *p.* 572 C—573 A.

17. Ἢ σύνθητι οὖν, Μακεδόνιε, τοῖς ἁγίοις κτίσμα τὸ θεῖον πνεῦμα μὴ ὀνομάζουσιν ἀλλ' ἐκπεπορεῦσθαι ἐκ τοῦ θεοῦ ὡς πνεῦμα αὐτοῦ κατὰ φύσιν, ἢ ὡς ἔθος σοι φάσκειν ὅτι

Θεοῦ μὲν ἧττον τῇ φύσει, ἀγγέλων δὲ κρεῖττόν ἐστιν, μέσην τινὰ φύσιν καὶ τάξιν εἰληχός,

⟨. . . . .⟩ κεχρησμῳδηκότας.

1 Zu Μακεδόνιε vgl. unten S. 544. 4 Druck ἥττων und nachher κρείττων. 6 Hier scheint mir etwas ausgefallen zu sein, etwa: δεῖξον τοὺς προφήτας καὶ τοὺς ἀποστόλους τοιαῦτά τινα περὶ τοῦ ἁγίου πνεύματος [κεχρησμῳδηκότας]; vgl. II, 6, 4 (Mingarelli *p.* 157; Migne *p.* 521 B). Die lateinische Übersetzung macht sich zu Nutz, daß am Ende des Absatzes das Dilemma in neuer Formulierung (ἢ καταγνοὺς τῆς σεαυτοῦ ἀσεβείας ἢ ἑκὼν ἡμῖν τῶν πρωτείων ἀφίστασο) wiederholt wird. Aber die Vorwegnahme dieses Schlußsatzes in der Übersetzung hebt meines Erachtens die Schwierigkeiten nicht. Möglich wäre — und dann ließe auch das ἥττων und κρείττων sich halten —, die Lücke vorher zu suchen: κρείττων ἐστὶν ⟨ὁ παράκλητος, δεῖξον αὐτοὺς τὸ ἅγιον πνεῦμα⟩ μέσην τινὰ φύσιν καὶ τάξιν εἰληχὸς κεχρησμῳδηκότας. Dann gehörten die Worte μέσην . . . εἰληχός nicht mehr zu dem Zitat.

II, 7, 3 Mingarelli *p.* 191; Migne *p.* 576 AB.

18. Οἱ δὲ τῷ ἀληθινῷ πνεύματι τοῦ θεοῦ μάχεσθαι ἠσκηκότες πανταχοῦ τῆς ὑποθέσεως τὰ ἐν ἄλλοις πράγμασιν καὶ οὐκ εἰς θεολογίαν συντελοῦντα πρὸς τὸ συσκιάσαι τὴν ἀλήθειαν συλλέγοντες καὶ οὐ τὰ πρέποντα τῷ θείῳ μυστηρίῳ ἀτρεκέως ἐκδεχόμενοι καὶ τῇ ὑποθέσει ἁρμόζοντες, καὶ πρὸς τὸ κεφάλαιον τοῦτο ἄδεκτα τοῦ θείου προφέρουσι ῥήματα, ἄνω καὶ κάτω ὡς μέγα καὶ ἐναργὲς κεφάλαιον τὸ ψυχρὸν ἐκεῖνο καὶ ἀπάτηλον ῥῆμα λέγοντες ὅτι, φησίν,

Κατάγεται ἐκ τῶν τοιούτων μαρτυριῶν τὸ ἅγιον πνεῦμα εἰς ἀγγέλου φύσιν, ᾗ καὶ αὐτοὶ (scil. οἱ ἄγγελοι) φαίνονται χρηματίσαντες· . . . . γέγραπται γάρ, φησίν, ἐν ταῖς ἀποστολικαῖς πράξεσιν· »Κορνήλιος ἑκατοντάρχης, ἀνὴρ δίκαιος καὶ φοβούμενος τὸν θεόν, μαρτυρούμενός τε ὑπὸ παντὸς ἔθνους τῶν Ἰουδαίων, ἐχρηματίσθη ὑπὸ ἀγγέλου ἁγίου μεταπέμψασθαί σε εἰς τὸν οἶκον αὐτοῦ καὶ ἀκοῦσαι ῥήματα παρὰ σοῦ.«

Ὑμεῖς μὲν οὖν κτλ. . . . Ὅθεν κἀνταῦθα τὴν ἀρχὴν τοῦ χωρίου ἑκόντες ἐν τῇ διαμάχῃ τοῦ λόγου παραλελοίπασιν οἱ ἀγνώμονες. Ἔχει γάρ· »Τοῦ δὲ Πέτρου διενθυμουμένου περὶ τοῦ ῥήματος εἶπεν αὐτῷ τὸ ἅγιον πνεῦμα· ἰδοὺ κτλ.«

8 Didymus schiebt nach χρηματίσαντες ein: καὶ οὕτω τὰς ὀρθὰς τῶν γραφῶν ἐννοίας ἐξ ἀτόπων ἰδίων λόγων εἰς περιπετείας ἐξέλκουσιν. 9 Act. 10, 22. 15 Lies ὁράματος statt ῥήματος. 15 Act. 10, 19.

II, 7, 8; Mingarelli *p.* 195 f.; Migne *p.* 581 C—584 B.

19. Τὰ τῆς θεϊκῆς δυνάμεως καὶ φύσεως σύμβολα ὡς ἐπὶ κτιστῆς ἐκδεχόμενοι Μακεδονιανοὶ περινενοήκασιν ἀπάτας καὶ ἔγραψαν εἰσάγοντες πρόσωπα Ὀρθοδόξου καὶ Μακεδονιανοῦ· καὶ τοῦ μὲν Ὀρθοδόξου νῦν περικόπτοντες τῶν ἀποδείξεων, νῦν οὐδὲ προφέροντες ὅσας ἐχρῆν, ἄλλοτε ἀποροῦντα ποιοῦντες αὐτὸν περὶ τὴν ἀντιλογικὴν καὶ ἀποδεικτικὴν ἀπόκρισιν, ἢ καὶ διαχέοντες καὶ ἀνιέντες δῆθεν πειθανοῖς ῥήμασιν τὴν ἀλήθειαν καὶ τὸ ἐμμελές, καὶ ἁπλῶς ἐν οὐδενὶ τὰ λόγια, ἃ μετ' ἀξιώματος τοῦ πρέποντος ἐχρῆσθη, τιθέμενοι, εἰς ὃ δὲ αὐτοῖς δοκεῖ περιάγοντες τὸν λόγον καὶ ἑαυτοὺς ἀνθοῦντας περὶ τὸν οἰκεῖον σκοπὸν καὶ ἀπνευστὶ τὸν λόγον εἴροντας καὶ νικητὰς πάντων μετὰ εὐλαβοφανοῦς εἰρωνείας εἰσφέροντες, διασύρουσιν, ὥς γε νομίζουσιν, τὴν ὀρθοδοξίαν. ἔχει δὲ ἡ τοῦ Μακεδονιανοῦ φωνὴ δῆθεν γενομένη πρὸς ⟨τὸν⟩ Ὀρθόδοξον τόνδε τὸν τρόπον·

Ἔλεγες· »Ἐνεργεῖ θεός, ἐνεργεῖ καὶ ἅγιον πνεῦμα.« καὶ ἐκ τοῦ ἐνεργεῖν καὶ ἐνεργεῖν ἐβούλου τὸ ἰσότιμόν τε καὶ ἰσοδύναμον ἁγίῳ πνεύματι καὶ θεῷ ὑπάρχειν. ἐγὼ δέ, ὅτι ἐπὶ ἑτεροειδῶν τε καὶ διαφερόντων τῇ φύσει καὶ τοῖς ὁρισμοῖς τὸ ἐνεργεῖν ἰατροί τε καὶ πάντες ἄνθρωποι λαμβάνουσιν, εἴτε ἐπὶ ὑδάτων θερμῶν, εἴτε ἐπὶ τῶν ἐσθιομένων, εἴτε ἐπὶ βοτανῶν, ἐῶ· τοῦτο δὲ μόνον δείκνυμι, ὅτι καὶ ἐπὶ τῆς ἐναντίας δυνάμεως ὁ θεῖος εἴληφεν λόγος, εἰρηκότος τοῦ ἀποστόλου περὶ τοῦ ἀντιχρίστου· »Οὗ ἐστὶν ἡ παρουσία κατ' ἐνέργειαν τοῦ σατανᾶ ἐν πᾶσιν σημείοις καὶ τέρασιν ψεύδους.« ὅρα οὖν, φησίν, τοῦ ἐνεργεῖν ὀνόματος ὁμωνύμως ἢ συνωνύμως λαμβανομένου ἐπὶ πολλῶν, εἰς τί κατήγαγες τὸ ἅγιον πνεῦμα. καὶ οὐκ ἐλογίζου, ὅτι θεὸς μὲν κόσμον ἐξ οὐκ ὄντων εἰς τὸ εἶναι πεποίηκέν τε καὶ ἐνήργηκεν, ἅγιον δὲ πνεῦμα διαίρεσιν χαρισμάτων ἐν τοῖς ὑπὸ θεοῦ κτισθεῖσιν. γέγραπται γάρ· »Διαιροῦν ἰδίᾳ ἑκάστῳ καθὼς βούλεται«, οὐ μὴν δωρούμενον.

Καὶ πῶς, ὦ Μακεδονιανέ, οὐχὶ ταῦτα κτλ. (bis Mingarelli p. 212; Migne p. 608 C) κἀκεῖνο δὲ εἰδὼς ἔσο, ὅτι οὐκ ἔλαθες πανούργως παραλείψας ἐν τῷ ματαίῳ καὶ καταβλαβεῖ πονηματίῳ σου, μᾶλλον δὲ βλασφημητηρίῳ σου, τὸ προηγούμενον τοῦ θείου γραφίου. περιέχει γὰρ ὧδε· »⟨Πάντα δὲ ταῦτα ἐνεργεῖ⟩ τὸ ἓν καὶ τὸ αὐτὸ πνεῦμα« καὶ οὕτως ἐπιφέρει ὃ μόνον σὺ ἐνδιαστρόφως ἐπήγαγες· »Διαιροῦν ἰδίᾳ ἑκάστῳ καθὼς βούλεται« ἀντὶ τοῦ »δωρούμενον καὶ διανέμον« καὶ ἐκκαλύπτον αὐθεντικῶς τὰ οὐράνια ἀγαθά.

17 2. Thess. 2, 9. 22 Könnte ich διαίρεσιν διανέμειν nachweisen, so würde ich wegen Z. 29 nach κτισθεῖσιν ein διανέμει ergänzen, vgl. außer Z. 29 Mingarelli p. 212, Migne p. 609 A: τὰ ἐκκείμενα λόγια οὐκ ἄλλο σημαίνει πρόσωπον εἶναι τὸ χαριζόμενον καὶ ἄλλο τὸ διανέμον und Mingarelli p. 216, Migne p. 616 A: ἀλλὰ καὶ διὰ τοῦ πνεύματος διανέμει ὁ θεός, ὡς διὰ τοῦ λόγου αὐτοῦ κτίζει. τοῦτο οὐκ ἐκβάλλει αὐτὸ τῆς θεότητος ὡς οὐδὲ τὸν υἱόν. 23 1. Kor. 12, 11. — Zu den oben folgenden Worten: οὐ μὴν (Migne Druckfehler: οὐ μὲν) δωρούμενον (Medial-aktivisch = χαριζόμενον) vgl. Z. 29 und die Note zu Z. 22. 27 Ohne die Ergänzung fehlt der Argumentation der Nerv.

II, 8, 1: Mingarelli p. 209 f. und 212; Migne p. 604 C—605 B und 608 C.

20. Θολοῦν γὰρ πειρώμενοι τὴν περὶ τῆς θεότητος τοῦ ἁγίου πνεύματος ἄχραντον δόξαν, ὡς οὐδενὸς αὐτοῖς ἀγαθοῦ ὑπάρχοντος παρ' αὐτοῦ, ἅμα δὲ καὶ ἡμᾶς εἰς ἔγκλημα βαλεῖν, αὐτοὶ οὗτοι οἱ χρησάμενοι διδασκάλοις ἀνθρώπων τισίν, οὐκ ὀκνοῦσι νεαλογεῖν, καὶ τόδε αὐτολεξεί, ὅτι

Λαμβάνοντες ἡμεῖς εἰς θεϊκὴν ἀξίαν τὸ διαγορεῦον γραφίον »Τὸ πνεῦμα ὅπου θέλει πνεῖ« εἰς ἀνθρωπείαν φύσιν κατάγομεν αὐτό, ἐπειδὴ μεθ' ἕτερα ἔχει· »Οὕτως ἔσται πᾶς ὁ γεγεννημένος ἐκ τοῦ πνεύματος«. Αὐτοὶ

δέ, φηϲίν, οὔτε εἰϲ θεϊκὴν ἀξίαν ἀνάγουϲιν τὸ πνεῦμα, οὔτε εἰϲ τὴν τῶν λοιπῶν φύϲιν καθέλκουϲιν· τὴν γὰρ μέϲην τάξιν ἐπέχει, μήτε θεὸϲ ὤν, μήτε ἕν τι τῶν λοιπῶν.

2 οὐδενὸϲ Mingarelli statt οὐδὲν. 5 f. Joh. 3, 8. 7 Joh. 3, 7; aber ἐϲτιν statt ἔϲται.

II, 8, 1; Mingarelli *p.* 218; Migne *p.* 617 BC.

21. Αἱρετικοὶ δέ, οἷϲ τἀληθῆ πάντα ἀντιλεγόμενα ὑπάρχει, οὐδὲν ἄξιον τῆϲ θείαϲ ἐνεργείαϲ ἐννοοῦντεϲ, περὶ φανταϲίαϲ δὲ διακένουϲ διατρίβοντεϲ καὶ ὧν ἂν ἄπριξ ἐπιλάβωνται, ταῦτα, ὥϲ τινεϲ ἀντίτυποι, ὡϲ βέβαια προφέροντεϲ, ἀντιτιθέαϲιν·

Εἶπεν, φηϲίν, καὶ περὶ ἀγγέλου Ζαχαρίαϲ, ὅτε τὴν ὀπταϲίαν τὴν περὶ τῆϲ λυχνίαϲ τεθέαται· »Ὁ ἄγγελοϲ ὁ λαλῶν ἐν ἐμοί«.

5 Sach. 4, 5. — Vielleicht sind die bei Didymus folgenden Worte: δύναϲθαι οὖν δῆθεν ἄγγελον νοεῖϲθαι τὸ ἅγιον πνεῦμα eine nur in die Form der indirekten Rede hineingeschobene Fortsetzung der macedonianischen Äußerung.

II, 8, 3; Mingarelli *p.* 223; Migne *p.* 628 B.

22. Εἰ δὲ εἴποιεν Μακεδονιανοί, ὅτι »Ἐν τῷ ἁγίῳ πνεύματι« ἔφη τὸ λόγιον τὸν θεὸν προϲκυνεῖϲθαι, οὐχὶ καὶ τὸ πνεῦμα τὸ ἅγιον προϲκυνεῖϲθαι.

1 Joh. 4, 24.

II, 10; Mingarelli *p.* 233; Migne *p.* 641 B.

23. Οἱ δὲ τὸ Μακεδονίου φρόνημα ἡγούμενοι τῆϲ ἐν ⟨ταῖϲ⟩ γραφαῖϲ ἁπλότητοϲ εἶναι ϲπουδαιότερον καὶ βουλόμενοι τοῦτο τιμιώτερον τῆϲ παρ' ἡμῖν ἀκιβδήλου πίϲτεωϲ δεικνύναι, ἀντεροῦντεϲ τῷ ἁγίῳ πνεύματι ἔγραψαν καὶ περὶ τῆϲ ἐν ἡμῖν κατοικήϲεωϲ αὐτοῦ λοιδορίαϲ αὐτοῖϲ ὀνόμαϲιν οὕτωϲ·

a) Τὰ ἀλληγορικῶϲ ἢ προϲηγορικῶϲ ἢ μεταφορικῶϲ ἢ ὁμωνύμωϲ λεγόμενα οὐ χρὴ εἰϲ δόγματοϲ ἀκρίβειαν παραλαμβάνειν. ναὸϲ γάρ, φηϲίν, καὶ ὁ ἐν Ἱεροϲολύμοιϲ ὁ ἐξ ὕληϲ ἀψύχου, καὶ πρῶτοϲ ἐκεῖνοϲ ὠνομάϲθη ναόϲ· ὁμωνύμωϲ δὲ λοιπὸν καὶ οἱ ἄνθρωποι. ναὸϲ δὲ δῆθεν καὶ οἶκοϲ βιωτικὸϲ διὰ τὸ ἐννεῖν καὶ ἐνοικεῖν. Ἦν γάρ, φηϲίν, ὁ Ναβουχοδονόϲορ ἐν »τῷ ναῷ τῆϲ βαϲιλείαϲ«.

b) Καὶ πάλιν· Εἰ φύϲει ἄνθρωποι προϲηγορικῶϲ ναόϲ εἰϲιν, καὶ οὐχὶ δῆθεν ἀληθῶϲ.

c) Καὶ πάλιν· Ἐπειδὴ οὖν, φηϲίν, καὶ πρόβατα ὠνομάϲμεθα, ἆρα κατὰ φύϲιν τοῦτο ἐϲμέν;

d) Αὖθίϲ τε· Ὁ ἐξαγοράϲαϲ ἡμᾶϲ, φηϲίν, ὁ ὑπὲρ ἡμῶν ἀποθανών ἐϲτιν· ὁ δὲ ἐξαγοράζων οὐ τὸ ἀλλότριον ἐξαγοράζει.

9 Das ἐννεῖν hat Mingarelli (vgl. *p.* 234, Anm. 9 = Migne *p.* 646, Anm. 23), obwohl es sonst nicht vorkommt, in ἐνναίειν zu ändern sich gescheut, weil es weiter unten (Mingarelli *p.* 235, letzte Zeile: Migne *p.* 648 B) im Didymus-Texte wiederkehrt. Aber kann nicht an beiden Stellen eine Korruptel vorliegen? 9 f. Dan. 4, 26 (29), Theodotion. 13 Psalm 93, 3; Joh. 10, 1 ff.

II, 10; Mingarelli *p.* 234 f.; Migne *p.* 645 AB.

24. Αἱρετικοὶ δὲ κατὰ τὴν ἐξ ἀρχῆς προαίρεσιν διοδεύοντες καὶ τὸν οἰκεῖον σκοπὸν καὶ λόγον ἄγοντες κατὰ τοῦ χάους, ἀποπηδῶσι καὶ πρὸς τὸ λόγιον τοῦτο καὶ συνήθως ἀντιφάσκουσιν οὐκ εὐλόγως καὶ πειρῶνται δυσσεβείᾳ δυσσέβειαν συνδεῖν καὶ συνάπτειν, φημὶ τοῖς προτέροις αὐτῶν ῥήμασιν τὰ δεύτερα καὶ τρίτα, λόγους προϊέμενοι ὅτι

Οὐδὲν θαυμαστὸν καὶ θεότητος ἴδιον περὶ τοῦ ἁγίου πνεύματος εὑρίσκεται ἐκ τοῦ Παῦλον φάναι· »Καλῶς τὸ πνεῦμα τὸ ἅγιον ἐλάλησεν πρὸς τοὺς πατέρας ὑμῶν διὰ Ἡσαΐου τοῦ προφήτου λέγον· Πορεύθητι πρὸς τὸν λαὸν τοῦτον καὶ εἰπὲ αὐτῷ τάδε καὶ τάδε« διὰ τὸ πολλάκις, φησίν, τὰ αὐτὰ ποτὲ μὲν ἐκ προσώπου τοῦ θεοῦ, ποτὲ δὲ ἐκ προσώπου τοῦ προφήτου ἢ ἀγγέλου εἰρημένα φέρεσθαι· ὡς ἡνίκα, φησίν, περὶ τοῦ χωρίου τούτου λέγει Ἰωάννης· »Ταῦτα εἶπεν Ἡσαΐας, ὅτε ἴδεν τὴν δόξαν αὐτοῦ«, καὶ ὁ σωτὴρ ἐν Ματθαίῳ ἔφη· »Καλῶς προεφήτευσεν Ἡσαΐας λέγων· ὁ λαὸς οὗτος τοῖς χείλεσίν με τιμᾷ, τῇ δὲ καρδίᾳ πόρρω ἀπέχει ἀπ' ἐμοῦ«, καὶ ὡς ὁ Παῦλος ἐν ἄλλῳ κεφαλαίῳ ἔφη· »Καθὼς Δαυὶδ λέγει τὸν μακαρισμόν· Μακάριοι ὧν ἀφέθησαν αἱ ἀνομίαι καὶ ὧν ἐπεκαλύφθησαν αἱ ἁμαρτίαι«, οὐκ εἶπεν δέ, φησίν, »καθὼς ὁ θεὸς διὰ Δαυὶδ λέγει«. καὶ ἑτέρωθι· »Καὶ ἦλθεν ὁ θεὸς πρὸς Βαλαὰμ νυκτὸς καὶ εἶπεν αὐτῷ· εἰ καλέσαι σε πάρεισιν οἱ ἄνθρωποι οὗτοι, ἀναστὰς ἀκολούθησον αὐτοῖς, ἀλλὰ τὸ ῥῆμα ὃ ἂν λαλήσω πρὸς σέ, τοῦτο ποιήσεις.« καὶ μεθ' ἕτερα· »Εἶπεν, φησίν, ὁ ἄγγελος τοῦ θεοῦ πρὸς Βαλαάμ· συμπορεύθητι μετὰ τῶν ἀνθρώπων τούτων· πλὴν τὸ ῥῆμα ὃ ἐὰν εἴπω πρὸς σέ, τοῦτο φυλάξῃ ποιῆσαι«, καὶ οὐκ εἶπεν αὐτῷ, φησίν, »ὃ εἶπέν σοι ὁ θεός«, ἀλλ' »ὃ ἐὰν εἴπω σοι«.

2 Act. 28, 25. 6 Act. 28, 25 und Jes. 6, 9. 11 Joh. 12, 41 12 Matth. 15, 7. 8 und Jes. 29, 13. 14f. Röm. 4, 6. 7 und Psalm 31, 1. 2. 17 Num. 22, 20. 20 Num. 22, 35.

II, 11; Mingarelli *p.* 242; Migne *p.* 657 B—660 A.

25. Οἱ αἱρετικοὶ κόρακες βλέπετε πῶς τοῖς θείοις λοιμήνασθαι ἐπεχείρησαν ῥητοῖς δι' ἑνὸς στοιχείου ὑπαλλαγῆς. τινὲς γὰρ αὐτῶν ἐποίησαν »Οἱ πνεύματι θεῷ λατρεύοντες«, ἵνα μὴ δείκνυται ἡ λατρεία τῷ πνεύματι τοῦ θεοῦ, ἀλλ' ἐν πνεύματι τῷ θεῷ καὶ πατρὶ μόνῳ προσαγομένη. ὥσπερ καὶ ἐν τῇ πρὸς Κορινθίους τοῦ Παύλου γεγραφότος· »Εἰ δὲ τὸ πνεῦμα τοῦ ἐγείραντος Ἰησοῦν Χριστὸν ἐκ νεκρῶν οἰκεῖ ἐν ὑμῖν, ὁ ἐγείρας Χριστὸν Ἰησοῦν ἐκ νεκρῶν ζωοποιήσει καὶ τὰ θνητὰ ὑμῶν σώματα διὰ τοῦ ἐνοικοῦντος αὐτοῦ πνεύματος ἐν ὑμῖν«, ἐκεῖνοι ἐναλλάξαντες ἐποίησαν »διὰ τὸ ἐνοικοῦν αὐτοῦ πνεῦμα ἐν ὑμῖν«, ἵνα μὴ ζωοποιὸν καὶ δημιουργὸν δείκνυται. καὶ Ῥωμαίοις γράψαντος αὐτοῦ »Ἥ τε ἀΐδιος αὐτοῦ δύναμις καὶ θειότης« ἐκεῖνοι ἐποίησαν »θεότης«· ἔστιν δὲ τὸ αὐτό, ἀλλ' ὅμως κτλ. καὶ τοῦ προφήτου Ἀμὼς ἐκ προσώπου τοῦ ἁγίου πνεύματος εἰρηκότος· »Ἰδοὺ ἐγὼ στερεῶν βροντήν« περιεῖλον τὸ »ἐγώ«, ἵνα μὴ δείκνυται τοῦ ἁγίου πνεύματος ἡ φωνή, ἀλλὰ γὰρ τοῦ πατρὸς ἢ τοῦ προφήτου.

2 Phil. 3, 3. 4f. Von den Stellen, da dieser Vers von Didymus zitiert wird, hat außer dieser nur II, 7, 1 (Mingarelli *p.* 180, Migne *p.* 560 B) einen Hinweis auf den benutzten Paulusbrief, und hier (II, 7, 1) ist richtig auf den Römerbrief hingewiesen. Dieselbe Verwechslung, die oben sich zeigt, findet sich in bezug auf Röm. 14, 7 *de trin* III, 23 (Mingarelli *p.* 408; Migne *p.* 924 B). 5 Röm. 8, 11. 9 Röm. 1, 20. 11 Amos. 4, 13.

II, 11; Mingarelli *p.* 246f.; Migne *p.* 664 B—665 A.

26. Οὗτοι δέ, λεξιθηροῦντεϲ καὶ τὰ περὶ τοῦ ἁγίου πνεύματοϲ καθ' ἑαυτῶν ϲμικρύνοντεϲ, φαϲίν·

Οὐκ οὖν ἰϲοδύναμον καὶ ϲυνδοξαζόμενον τὸ ὕδωρ τῷ ἁγίῳ πνεύματί ἐϲτιν, ἐπειδὴ γράφει· »Ἐὰν μή τιϲ γεννηθῇ ἐξ ὕδατοϲ καὶ πνεύματοϲ«;

4 Joh. 3, 5.

II, 13; Mingarelli *p.* 260; Migne *p.* 688 C—689 A.

27. Ἀλλὰ πάντα, φηϲίν, διὰ τοῦ υἱοῦ ἐγένετο. εἰϲ πάντα οὖν ἐϲτιν καὶ τὸ ἅγιον πνεῦμα. ἀλλ' εἶπεν »πάντα«.

1 Joh. 1, 3. — εἰϲ statt εἰ der Hs. vermutet Mingarelli, ohne zu verraten, daß der Index (*p.* 312, Migne *p.* 772 D) für diese Korrektur spricht. 2 Joh. 1, 3.

III, 32; Mingarelli *p.* 429; Migne *p.* 957 B.

28. Αἱρετικοί, πονηρῶϲ ὁμοῦ καὶ ἀμαθῶϲ παρανοήϲαντεϲ, φαϲίν, ὅτι

Τὸ ἅγιον πνεῦμα ἑαυτοῦ κύριον ἔλεγεν τὸν Χριϲτὸν διὰ τοῦ Δαυίδ.

2 Psalm 109, 1; vgl. Matth. 22, 43.

III, 33; Mingarelli *p.* 430, vgl. 312; Migne *p.* 960 A, vgl. 772 D.

29. Καὶ τὴν ἔχουϲαν παρ' Ἰωάννῃ περιοχήν· »Αὕτη δέ ἐϲτιν ἡ αἰώνιοϲ ζωή, ἵνα γινώϲκωϲιν ϲὲ τὸν μόνον ἀληθινὸν θεὸν καὶ ὃν ἀπέϲτειλαϲ Ἰηϲοῦν Χριϲτὸν« καὶ πάλιν· »Πιϲτεύετε εἰϲ τὸν θεόν, καὶ εἰϲ ἐμὲ πιϲτεύετε«, βλαϲφημῶϲ λίαν Μακεδονιανοὶ ἐμελέτηϲαν φάϲκοντεϲ

τὸ ἅγιον πνεῦμα μὴ μνημονεύεϲθαι ὡϲ δῆθεν ὀθνεῖον τῇ φύϲει· καὶ διὰ τοῦτο ἐκβάλλεϲθαι τοῦ εἶναι ἀληθινὸν θεόν.

1 Joh. 17, 3. 3 Joh. 14, 1.

III, 36; Mingarelli *p.* 434 f.; Migne *p.* 965 B.

30. Καὶ τὰϲ παρὰ Ἰωάννῃ δὲ διαλαλούϲαϲ τοῦ Χριϲτοῦ πανωφελεῖϲ ϲυλλαβάϲ· »Ὅταν ἔλθῃ ὁ παράκλητοϲ, ὃν ἐγὼ πέμψω ὑμῖν παρὰ τοῦ πατρόϲ μου, τὸ πνεῦμα τῆϲ ἀληθείαϲ, ὃ παρὰ τοῦ πατρὸϲ ἐκπορεύεται, ἐκεῖνοϲ μαρτυρήϲει περὶ ἐμοῦ« καὶ πάλιν· »Ὁ δὲ παράκλητοϲ, τὸ πνεῦμα τὸ ἅγιον, ὃ πέμψει ὁ πατὴρ ἐν τῷ ὀνόματί μου, ἐκεῖνοϲ ὑμᾶϲ διδάξει πάντα καὶ ὑπομνήϲει ὑμᾶϲ πάντα, ἃ εἶπον ὑμῖν« οὐκ ἀδιαϲτρόφωϲ δέχονται, καταψηφιζόμενοι τοῦ ἁγίου πνεύματοϲ. ἀντὶ γὰρ τοῦ νοεῖν »παράκλητον« ἢ διὰ τὸ παρακαλεῖϲθαι ὡϲ θεὸν παρὰ τῆϲ κτίϲεωϲ ἢ διὰ τὸ παραμυθεῖϲθαι αὐτὴν .... ἀντὶ τοῦ οὕτω νοεῖν λέγουϲιν

διὰ τὸ παρακαλεῖν ὑπὲρ αὐτῆϲ (scil. τῆϲ κτίϲεωϲ) ὠνομάϲθαι »παράκλητον« καὶ ἐπάγουϲιν ὅτι καὶ ἀποϲτέλλεται.

2 Joh. 15, 26. 1 f. Vgl. den Index (Mingarelli *p.* 313, Migne *p.* 773 A) und die Ausführungen des Didymus im Anfang des Kapitels (Mingarelli *p.* 438, Migne *p.* 972 A). 4 Joh. 14, 26.

III, 38; Mingarelli *p.* 438 f.; Migne *p.* 972 C—973 A.

31. Αἱρετικοὶ δὲ τὸ »Ὅϲοι πνεύματι θεοῦ ἄγονται, οὗτοι υἱοὶ θεοῦ εἰϲιν« καὶ ὅϲα τοιαῦτα περὶ τοῦ ἰδίου ἡμῶν πνεύματοϲ, οὐ περὶ τοῦ ἁγίου πνεύματοϲ εἰρῆϲθαι βιάζονται.

1 Rom 8, 14.

III, 39; Mingarelli *p.* 444; Migne *p.* 981 A.

Vor der Besprechung dieser Zitate füge ich den Texten noch einen kurzen macedonianischen Dialog hinzu, der in dem ersten der pseudo-athanasianischen *Dialogi contra Macedonianos* (MSG 28, 1291—1330) enthalten ist[1]. Dieser Dialog ist dem Verfasser angeregt durch ein Blättchen (σχεδάριον), das einen von einem Macedonianer verfaßten Dialog zwischen einem Orthodoxen und einem Macedonianer bot (Vorwort *p.* 1292 A; *c.* 6 *p.* 1297 D; *c.* 9 *p.* 1301 D). Der Verfasser gibt *c.* 1—8 Nachricht von diesem Dialog, läßt dann *c.* 9—20 einen von ihm selbst verfaßten Dialog folgen und sendet (vgl. das Vorwort *p.* 1292 A) dies sein ganzes σύνταγμα einem Gönner (τῇ σῇ συνέσει) zur prüfenden Kenntnisnahme. Die Mitteilungen über den macedonianischen Dialog bestehen aus wörtlichen Zitaten, denen absatzweise Gegenbemerkungen folgen. Die Zitate sind vom zweiten ab durch Einführungsformeln eingeleitet wie: προσωποποιησάμενος (Eskor.; Druck: προσποιησάμενος) Ὀρθοδόξου πρόσωπον ἑαυτὸν ἠρώτα (Eskor. add. αἱρετικός) und: καὶ ἔπειτα πάλιν αὐτὸς ἑαυτῷ (1 *p.* 1292 B) oder: πάλιν ἑαυτῷ ἀντιτίθησιν ὡς παρὰ Ὀρθοδόξου und: εἶτά φησιν αὐτός (2 *p.* 1292 C). Es ist daher möglich, den Dialog in dialogischer Form aus dem Referat des Verfassers herauszuschälen.

---

[1] Der Dialog ist mit dem Bruchstück (?) eines zweiten (MSG 28, 1330—1337) zuerst veröffentlicht in der von PETER FELCKMANN besorgten COMMELINschen Athanasius-Ausgabe (Heidelberg 1601), und zwar nach zwei Hss., dem Pal. graec. 416 (anni 1578; vgl. *Codices manuscripti Palatini graeci Bibliothecae Vaticanae*, Rom 1885, *p.* 270) und einem *Augustanus* (*anni* 1584; vgl. MSG 28, 1285 Nr. 1 u. *p.* 1173 not. 28), welche die Dialoge als erstes und zweites Stück der Ἀθανασίου κατὰ αἱρέσεων διαφόρων λόγοι mit den *Confutationes quarundam propositionum* verbinden, die dem Eutherius von Tyana gehören (vgl. G. FICKER, Eutherius von Tyana. Ein Beitrag zur Geschichte des Ephesinischen Konzils von 431, Leipzig 1908, S. 2—39). Die späteren Ausgaben haben, ohne neue Hss. heranzuziehen, die Dialoge in dieser Verbindung gelassen. Doch haben die Dialoge mit dem Werk des Eutherius nichts zu tun. In einer verlorenen und einer noch erhaltenen Hs. des Eskorial (X II 11; vgl. G. FICKER, a. a. O. S. 11 u. S. 15) folgen sie ihm; und in dem *Cod. Ottobonianus* 403 (*chart. saec.* XV—XVI; vgl. *Codices Ottoboniani Bibl. Vat.*, Rom 1893, *p.* 214) finden sie sich ohne jeden Zusammenhang mit den erst später in der Hs. folgenden *Confutationes* des Eutherius zwischen den Briefen des Athanasius an Serapion, d. h. zwischen *ep.* 4, 7 u. 8 (vgl. MSG 26, 648 *nota* 73). Und viele Hss. der *Confutationes* enthalten die Dialoge nicht. Der *Ottob.* 384 (*saec.* XVI), der nach dem Katalog (a. a. O. S. 197) vor Hippolyts *contra Noëtum* (vgl. HARNACK, Geschichte der altchristl. Literatur I, 623, Nr. 12) an erster Stelle (*fol.* 1—17) unter dem Titel τοῦ αὐτοῦ διάλεξις κτλ. den zweiten der Dialoge bietet, hat mich in der Hoffnung, dieser Dialog finde sich hier vollständiger, als er gedruckt ist, enttäuscht. Eine Photographie hat mir gezeigt, daß er *fol.* 1 *r.*—6 *v.* nur das bringt, was bei MIGNE (*p.* 1329—1337) gedruckt ist. Was *fol.* 7 *r*—16 *v.* folgt, gehört nicht mehr zu dem Dialog, sondern zu der gedruckten Gestalt der *Confutationes* (τοῦ αὐτοῦ ἐπιστολὴ — εὐδοκίᾳ μόνον, MSG 28, 1337—1349 A). — Von der Eskorial-Hs. sind mir einige Lesarten aus einer unvollständigen Kollation bekannt, die Hr. Prof. Dr. G. FICKER mir freundlichst zur Verfügung gestellt hat.

32. Μακεδονιανός·[1] Εἰ ἔστι θεὸς τὸ πνεῦμα τὸ ἅγιον, ἔστι πατὴρ ἢ υἱός·
εἰ δὲ μή, οὐ θεός.

Ὀρθόδοξος·[1] Οὐ προσκυνητέον οὖν;

Μακ.· Ἀπολείπεται τῆς τοιαύτης ἀξίας τὸ πνεῦμα τὸ ἅγιον. πῶς γὰρ προσ-
κυνητέον τὸ μήτε πατήρ, μήτε υἱός;

Ὀρθ.· Οὐ γέγραπται, ὅτι »Πνεῦμα ὁ θεός«;

Μακ.· Πνεῦμά ἐστιν ὁ θεός, καὶ οὐχὶ τὸ πνεῦμα θεός. πᾶν γάρ, εἴ τι
θεός, τοῦτο καὶ πνεῦμα· οὐκ, εἴ τι πνεῦμα, τοῦτο δὴ καὶ θεός.

Ὀρθ.· Δῶμεν ὡς οὐ θεολογεῖται τὸ πνεῦμα, ὅμως κυριολογεῖται· γέγραπται
γάρ· »Ὁ δὲ κύριος τὸ πνεῦμά ἐστιν.«

Μακ.· Εἰπὲ αὐτὸς τὸ ἐπαγόμενον· »Οὗ δὲ τὸ πνεῦμα κυρίου, ἐκεῖ
ἐλευθερία.« περὶ τοῦ κυρίου λέγει, ὅτι ὁ κύριος τὸ πνεῦμά ἐστιν.

Ὀρθ.· Οὐδὲ προσκυνητέον ἐστίν;

Μακ.· Οὐκ ἔστιν· οὐδὲ γὰρ γέγραπται.

Ὀρθ.· Εἰ ἀνθρώποις προσεκύνησαν ἄνθρωποι, φέρε εἰπεῖν ὡς Ναθὰν ὁ προ-
φήτης τῷ Δαβίδ· γέγραπται γάρ· »Εἰσῆλθε κατὰ πρόσωπον τοῦ
βασιλέως Ναθὰν ὁ προφήτης καὶ προσεκύνησεν αὐτῷ ἐπὶ
τὴν γῆν,« διὰ τί μὴ καὶ τῷ πνεύματι προσκυνήσομεν πρὸ πάντων
ἀνθρώπων;

Μακ.· »Κυρίῳ τῷ θεῷ σου προσκυνήσεις,« μὴ καὶ τῷ πνεύματι. τὸ
πνεῦμα κύριος οὐκ ἔστιν, ἀλλ᾽ οὔτε θεός· πῶς οὖν ἔσται προσκυνη-
τέον μὴ ὂν ἐν τῷ τῆς προσκυνήσεως ὅρῳ; »Οὐδεὶς γὰρ δύναται
εἰπεῖν κύριον Ἰησοῦν εἰ μὴ ἐν πνεύματι ἁγίῳ.« Δεῖ γὰρ
ἀληθῶς τὸν προσαγόμενον θεῷ δι᾽ ἑτέρου προσάγεσθαι. Εἰ καὶ προσ-
κυνήσω λοιπὸν τῷ ἁγίῳ πνεύματι, διὰ τίνος ἢ ἐν τίνι προσκυνήσω
προσαχθεὶς αὐτῷ; τί οὖν ὑμεῖς πρὸς ταῦτα; δικάσεταί σε ἐν ἡμέρᾳ
κρίσεως Ναθὰν ὁ προφήτης, ὡς οὐ παρὰ τὸν νόμον πεποιηκὼς καὶ
προσκυνήσας τῷ Δαβίδ. προσήγαγες γὰρ τὸ ῥητὸν ὡς ὀφείλων κατα-
δικάσαι αὐτὸν παρανομήσαντα. εἰ γὰρ ἐκεῖνος τῷ Δαβὶδ προσεκύνησε,
γέγραπται δέ »Κυρίῳ τῷ θεῷ σου προσκυνήσεις καὶ αὐτῷ
μόνῳ λατρεύσεις,« παρὰ τὸν νόμον πεποίηκεν κατὰ τὴν σὴν
κατηγορίαν.

Ὀρθ.· Εἰ μήτε κύριός ἐστι, μήτε θεός, μήτε προσκυνητέον, πῶς συναριθ-
μεῖται τῇ τριάδι;

Μακ.· Τῷ ὀνόματι συναριθμεῖται, τῷ τοῦ πνεύματος, μὴ τῷ τοῦ πατρὸς
ἢ θεοῦ ἢ υἱοῦ συναριθμεῖται ὀνόματι. οὕτως κάλει, μήτε πλεῖον οὐ

[1] Daß der Macedonianer in dem Dialog sich Μακεδονιανός genannt hat, ist möglich. Das würde die Verbreitung dieses ursprünglich nur aus den Verhältnissen Konstantinopels erklärlichen Namens (vgl. meinen Artikel »Macedonius« in Haucks Realenzyklopädie XII, 1903, S. 41 f.) begreiflich machen. Aber daß er seinen Gegner als »Ὀρθόδοξος« eingeführt hat, ist undenkbar. Ich vermute, daß der »Orthodoxe« als »Ὁμοουσιαστής« bezeichnet war, kann aber den Beweis für diese Vermutung erst unten geben (vgl. S. 550, Anm.).

37 ἔχει. ἀρκεῖται γὰρ τῷ οἰκείῳ ἀξιώματι. κἂν τε γὰρ θέλῃς πλεῖον οὐκ ἔχει προσθεῖναι, οὐκ ἐφίεται. οὐ γὰρ ἐξ ὧν σὺ δοξάζεις προσλαμβάνεται τῷ ὅρῳ τοῦ πρὸ πάσης κτίσεως τιμήσαντος.

40 Ὀρθ.: Οὐκ ἔστιν οὖν ὁμότιμον τῷ πατρὶ καὶ τῷ υἱῷ τὸ πνεῦμα τὸ ἅγιον;

Μακ.: Οὐκ ἔστιν· ἐπειδὴ οὐδὲ γέγραπται. περὶ μὲν γὰρ τοῦ πατρὸς καὶ τοῦ υἱοῦ γέγραπται· »Ἵνα τιμῶσι τὸν υἱόν, καθὼς τιμῶσι τὸν πατέρα.« μὴ εἶπε »καὶ τὸ πνεῦμα«.

Ὀρθ.: Τί οὖν; λέγεις τὸ πνεῦμα κτίσμα; οὐκοῦν ἔσται τῶν κτισμάτων ἕν;

45 Μακ.: Εἰ γέγραπται, λέγω· εἰ δὲ οὐ γέγραπται, οὐ λέγω.

Ὀρθ.: Γέγραπται· »Ἐν αὐτῷ ἐκτίσθη τὰ πάντα.«

Μακ.: Ἀλλ' οὐ κοινοποιεῖται τοῖς πᾶσι μοναδικὸν ὂν τὸ ἅγιον πνεῦμα. οὐ γὰρ ἡ κοινότης τῶν λέξεων κοινοποιεῖται τὰς φύσεις· ἐπεὶ ἄρα ὁμοτιμία ἐν τοῖς κτίσμασιν.

1—2 *p.* 1292 A. 3—5 *p.* 1292 BC. 6—8 *p.* 1292 CD. 6 Joh. 4, 24. 9—12 *p.* 1293 AB. 10 2. Kor. 3, 17. 11 2. Kor. 3, 17. 13—32 *p.* 1293 C bis 1296 A. 13 Druck προσκυνητόν. 16 Escor. τὸν Δαβίδ. 16 f. III Reg. 1, 23. 17 Druck αὐτόν. 20 Matth. 4, 10. 21 f. Druck προσκυνητόν. 22 f. 1. Kor. 12, 3. 24 δι' ἑτέρου: Druck *add.* τῷ ἁγίῳ πνεύματι, Escor. *om.* εἰ καὶ Escor.; Druck: εἰ. 30 Matth. 4, 10. 33—39 *p.* 1297 C. 33 Druck προσκυνητός. 40—43 *p.* 1300 AB. 42 Joh. 5, 23. 44—49 *p.* 1300 CD. 46 Col. 1, 16. 48 Das mediale κοινοποιεῖται (statt κοινοποιεῖ) fällt nach dem Passiv in Z. 47 auf, ist aber durch die Wiederholung *p.* 1301 A gesichert. *p.* 1301 A steht nach ἄρα ein ἔσται. Die Erklärung des ἐπεὶ ἄρα κτλ. durch den orthodoxen Verfasser: ὅ ἐστι· κτίσμα μέν ἐστιν, οὐκ ἔστι δὲ ὁμότιμον τοῖς κτίσμασιν (*p.* 1301 A) tut dem Macedonianer unrecht. Dieser sagt: auch wenn der Geist ἐκτίσθη, so ist er doch, weil μοναδικόν, kein »κτίσμα«, denn alle »κτίσματα« stehen als solche sich gleich.

Von diesen Zitaten bedürfen die in Nr. 32 zusammengestellten, solange die — erst später zu behandelnde — Zeitfrage noch nicht in Betracht kommt, kaum einer Erörterung. Der herzlich unbedeutende Dialog, den das σχεδάριον bot, scheint in ihnen — vielleicht von Schlußausführungen abgesehen — vollständig erhalten zu sein. Daß dieser Dialog macedonianischen Ursprungs ist, sagt der ihn mitteilende Verfasser des *Dialogus c. Macedonianos* selbst, wenn er seinen Inhalt als τὰ παρὰ τῶν αἱρετικῶν τῶν τὰ Μακεδονίου φρονούντων εἰρημένα charakterisiert (*p.* 1292 A).

Komplizierter liegen die Dinge bei Didymus. Sechs seiner Zitate geben sich selbst als wörtliche: oben Nr. 1 (φασὶ κατὰ λέξιν), 2 (μυθεύονται ῥήμασιν αὐτοῖς), 9 (ἔχει οὖν ὧδε), 16 (φάσκουσι λέξεσιν αὐταῖς), 19 (ἔχει ἡ τοῦ Μακεδονιανοῦ φωνὴ τόνδε τὸν τρόπον), 20 (αὐτολεξεί), 23 (ἔγραψαν αὐτοῖς ὀνόμασιν οὕτως). Daß eins dieser Zitate (Nr. 9) als unerträglich für die Ohren bezeichnet wird, spricht natürlich nicht dagegen: die Alten lasen in der Regel laut (vgl. Augustin, *confess.* 6, 3, 3). Eine schriftliche Quelle, aus der wörtlich zitiert wird, setzen auch Nr. 12, 18 und 25 voraus. Denn bei Nr. 12 heißt es spöttisch, die Macedo-

nianer wollten ἀπρόσηκα προέμενοι nicht verborgen bleiben; bei Nr. 18 ist das παραλελοίπασιν im Nachwort beweisend; und Nr. 25 weist auf eine Reihe angeblich »gefälschter« biblischer Lesarten hin, die Didymus nur in einer macedonianischen Schrift hat feststellen können. Ob die andern Zitate auch aus schriftlicher Quelle stammen, braucht im voraus nicht erörtert zu werden. Bei den längeren ist die Annahme ohnedies die natürlichste.

Doch was war es, das dem Didymus schriftlich vorlag?

Zweifellos — eventuell neben anderem (s. darüber unten) — der in Nr. 19 beschriebene und exzerpierte macedonianische Dialog, der, wie schon diese eine Nr. 19 beweist, mit dem von Nr. 32 nicht identisch ist, auch seiner ganzen Art nach auf höherem Niveau stand als dieser. Da nun als sicher anzunehmen ist, daß Didymus nicht zwei macedonianische Dialoge vor sich gehabt hat — er würde das, wenn es der Fall gewesen wäre, bei Nr. 19 erwähnt haben —, so muß man von den obengenannten wörtlichen Zitaten zunächst Nr. 2 aus demselben Dialog ableiten. Denn in der Polemik gegen dies Zitat sagt Didymus ausdrücklich: εἰ μὲν οὖν περὶ τῶν τυχόντων ἢ βιωτικῶν πραγμάτων ἦν αὐτοῖς ἡ διάλεξις, καλῶς ἂν κτλ. (II, 3 *p.* 131, Migne *p.* 477 C; vgl. die ähnliche Kritik in der Polemik gegen Nr. 19 in II, 8, 1 *p.* 217, Migne *p.* 616 C). Eine ganz analoge Kritik des gegnerischen Verwertens der ἔξωθεν τέχναι findet sich in den Einführungsworten von Nr. 16. Auch dies Zitat muß daher dem Dialoge zugewiesen werden (vgl. auch das ἐν ἀπορίᾳ πάσῃ des Einführungssatzes). Mit Nr. 2 und Nr. 19, die beide mit dem Begriff der ὁμωνυμίαι und συνωνυμίαι operieren, hängt Nr. 9 seinem ganzen Charakter nach so eng zusammen, daß man es von jenen beiden Nummern nicht trennen darf. Überdies spricht in Nr. 9 das ὁρᾷς (das auch in Nr. 19 vorkommt) dafür, daß dies Zitat einer Wechselrede angehört. Die generelle Regel, die in Nr. 2, 9 und 19 angewendet ist, bietet der erste Satz von Nr. 23: τὰ ἀλληγορικῶς ἢ προσηγορικῶς ἢ μεταφορικῶς ἢ ὁμωνύμως λεγόμενα οὐ χρὴ εἰς δόγματος ἀκρίβειαν λαμβάνειν. Auch dies Zitat muß aus dem Dialoge stammen. Mit gleicher Sicherheit kann man dies von Nr. 18 sagen. Denn hier heißt es in dem Nachwort: ἑκόντες ἐν τῇ διαμάχῃ τοῦ λόγου παραλελοίπασιν. Beachtet man weiter die Charakteristik des macedonianischen Dialogs, die Didymus vor Nr. 19 gibt, so wird man nicht zweifelhaft sein können, daß auch Nr. 20, 17 und 24 diesem Dialog entnommen sind. Bei Nr. 20 weist schon das πειρώμενοι ἡμᾶς εἰς ἔγκλημα βαλεῖν des Einführungssatzes darauf hin, und in der nachfolgenden Polemik konstatiert Didymus, daß die Gegner nach seinen Gegenargumenten φενακίζοντες ἐξ αὐτῶν ὧν ἔγραψαν νοηθεῖεν, κἂν δοκοῦσιν εἶναι δεινοὶ εἰπεῖν, ὃ βούλοιντο, und daß μηδὲ ἐν αὐτοῖς τῆς καθ' ἡμῶν ὀφρύος ἐκπορισθείη· καυχήματα γὰρ ἀνθρώ-

πινα ταχὺ ἐξελέγχεται (II, 8, 1 *p.* 219, Migne *p.* 620 BC). Im Nachwort zu Nr. 17 setzt Didymus dem Gegner, der in dem Dialoge stets als der Sieger hingestellt war (vgl. Vorwort zu Nr. 19), zu: ἑκὼν ἡμῖν τῶν πρωτείων ἀφίστασο. Bei Nr. 24 sind es die einführenden Worte, die, zum Teil *verbotenus*, an die Charakteristik des Dialogs erinnern: αἱρετικοὶ κατὰ τὴν ἐξ ἀρχῆς προαίρεσιν διοδεύοντες καὶ τὸν οἰκεῖον σκοπὸν καὶ λόγον ἄγοντες κατὰ τοῦ χάους, ἀποπηδῶσι. In der auf dies Zitat sich beziehenden Polemik sagt Didymus: κἀνταῦθα τοίνυν ὡς τὰ ἡμῶν μὲν φαῦλα, τὰ δὲ αὑτῶν σεμνὰ καὶ πλείονος σπουδῆς καὶ πίστεως ἄξια πειρῶνται δεικνύναι, συμμιγίαν τινὰ καὶ συμφωνίαν τοῦ θείου πρὸς τὰ κτίσματα ἐργάζονται (II, 11 *p.* 245, Migne 661 C). Das verbindet mit dieser Nr. 24 und folglich mit dem Dialog auch Nr. 1. Denn hier heißt es: ἡ »μοῦ« συλλαβὴ ἔχειν τι κοινὸν τὴν ἀνθρωπείαν φύσιν πρὸς τὴν τοῦ θεοῦ δείκνυσι. Mit der sicher dem Dialog angehörigen Nr. 2 ist Nr. 12 durch das in den Einführungsworten sich findende συναρπακτικῶς verbunden. Der Einführungssatz dieses Zitats bietet auch noch einen zweiten Hinweis auf seine Herkunft aus dem Dialog: ὅπλα παντοδαπὰ κινοῦντες τοὺς ἀκολάστους λόγους. Eine Erklärung des συναρπακτικῶς ist, was die Einführungsworte von Nr. 21 bieten: ὧν ἂν ἀπρὶξ ἐπιλάβωνται, ταῦτα ὡς βέβαια ἀντιτιθέασιν. Und bestätigt nicht das ἀντιτιθέασιν, daß dieser Hinweis auf den Dialog nicht täuscht?

Damit sind alle längeren Zitate und auch einige kürzere (Nr. 1, 2, 9, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24) zum Teil mit zwingenden Argumenten, zum Teil durch, wie ich hoffe, einleuchtende Wahrscheinlichkeitserwägungen dem Dialoge zugewiesen, den Didymus benutzt hat.

Ich will mich nicht dabei aufhalten, gegenüber einigen der übrigen kürzeren Zitate die unsicheren Erwägungen auszukramen, die auch sie für den Dialog in Anspruch zu nehmen raten können.

Auf sichereren Boden kommt man, wenn man nun den Spieß umkehrt und fragt, ob sich Spuren andrer Quellen neben dem Dialog entdecken lassen.

Didymus sagt II, 6, 4 (*p.* 156 f., Migne *p.* 521 A) bei der Erörterung des Fragments 9: πᾶν δικαίωμα τῶν αἱρετικῶν τούτων ὁμοιότροπον ὥσπερ καὶ ὁμοιόλεκτόν ἐστι τῆς νῦν κινουμένης αἰῶλου αὐτῶν σοφιστείας, ὡς μαθησόμεθα μετ᾽ οὐ πολὺ τῇ πείρᾳ ἐξ αὐτῶν τῶν κεφαλαίων. Hat er κεφάλαια der Macedonianer in der Hand gehabt? Dann wären oben irrig mehrere der erst nach Nr. 9 von Didymus erörterten Fragmente dem Dialog zugewiesen. Das ist aber nicht der Fall. Didymus braucht hier κεφάλαιον wie sehr oft in dem ganzen Werke (vgl. oben Nr. 9 Anm. zu Z. 1 und von Belegstellen z. B. das Vorwort oben zu Nr. 12 u. 18 sowie II, 6, 6 *p.* 159, Migne *p.* 524 C und II, 6, 11 *p.* 167, Migne *p.* 537 C) im Sinn etwa von »Punkt«, bzw. »Diskussionsgegenstand«

(daher mehrfach, weil er nach diesen abteilt, auch für »Kapitel« in unserm Sinne).

Ebensowenig kann das τινές in der mehr ein Referat als ein Zitat darstellenden Nr. 25 als ein Hinweis auf andere Quellen angesehen werden. Auch wenn das Wissen des Didymus von den in dieser Nummer besprochenen Lesarten allein darauf ruhte, daß der macedonianische Kollokutor des Dialogs die in Nr. 25 genannten Schriftstellen in der getadelten Textform gebrauchte, auch dann hätte Didymus doch, da sich der macedonianische Kollokutor auf Hss. berufen haben wird (vgl. unten S. 549), nur ihm unbekannte τινές für diese Lesarten verantwortlich machen können.

Auch darin, daß Didymus nach Holl (Zeitschrift für Kirchengeschichte 25, 1904, S. 388) »über Macedonius und seine Anhänger etwas genauer als andere Polemiker orientiert ist«, kann eine Spur einer zweiten Quelle neben dem Dialog nicht gesehen werden. Es ist zwar beachtenswert, daß Didymus auch den Marathonius erwähnt, der Presbyter des Macedonius war (Philostorgius 8, 17, *ed.* Bidez *p.* 115, 21), nachher Bischof von Nikomedien wurde (Sokrates *h. e.* 2, 38, 4) und sich um die Sammlung der »Macedonianer« so verdient gemacht hat, daß diese auch »Marathonianer« genannt wurden (Sokrates 2, 45, 4), und, wie Sozomenos (*h. e.* 4, 27, 5) meint, »nicht mit Unrecht«. Allein der einzige Satz bei Didymus, in dem des Marathonius gedacht wird (*de trin.* 2, 10 *p.* 227, Migne *p.* 633 A: Ἀρειανῶν, τῶν χειροτονησάντων τὸν αἱρεσιάρχην ὑμῶν Μακεδόνιον καὶ μετ' αὐτὸν Μαραθώνιον) läßt es wahrscheinlich erscheinen, daß Didymus den Marathonius für den Nachfolger des Macedonius in Konstantinopel gehalten hat. Diese sehr ungenaue Kenntnis kann das Gerücht ihm zugetragen haben. Er kann sie auch aus einer gelegentlichen geschichtlichen Notiz des Dialogs erschlossen haben.

Ein verheißungsvollerer Hinweis auf eine zweite Quelle des Didymus scheint auf den ersten Blick darin gefunden werden zu können, daß der macedonianische Einwand, der in Nr. 7 der obigen Zitate wiedergegeben wird — der Geist werde, wenn er aus Gott stamme, zum Bruder des Sohnes —, sowie die macedonianische Verwertung von Joh. 1, 3 (Nr. 27) und Amos 4, 13 (Nr. 25) dem Didymus schon bekannt waren, als er sein in der Übersetzung des Hieronymus erhaltenes Werk *de spiritu sancto* schrieb (*c.* 62, MSG 39, 1084 C, *c.* 13 *p.* 1045 B und 14 *p.* 1046 C). Denn damals kannte Didymus den macedonianischen Dialog offenbar noch nicht. Wohl aber verrät schon Athanasius Bekanntschaft mit der pneumatomachischen Verwertung von Amos 4, 13 (oben Nr. 25; Athanasius, *ad Serap.* I, 3—10 MSG 26 *p.* 536—557), von Sach. 4, 5 (oben Nr. 21; Athanasius *l. c.* 11 *p.* 558 C) und 1. Tim. 5, 21

(oben Nr. 14; Athanasius *l. c.* 10 *p.* 556 C) sowie mit dem Spott über die Bruderschaft des Logos und des Geistes (oben Nr. 7; Athanasius *l. c.* 1,15 *p.* 565 f.), und an den ihm durch Serapion bekanntgewordenen Gegnern der Gottheit des Geistes tadelt schon er, daß sie τρόπους sich ausdenken (*ad Serap.* 1,7 *p.* 548 B) — Τροπικοί nennt er sie deshalb mehrfach —, ja schon er entrüstet sich über die ἀλόγιστος μυθοπλαστία (vgl. das μυθεύονται oben vor Nr. 2) dieser Τροπικοί (*c.* 32 *p.* 605 A). Weist das nicht darauf hin, daß schon dem Athanasius oder wenigstens seinem Gewährsmanne Serapion ein pneumatomachisches Schriftstück — es kann auch ein Brief gewesen sein (z. B. der von Sokrates *h. e.* 2,45,2 anscheinend vorausgesetzte Brief des Macedonius) — in die Hand gekommen ist, in dem man eine zweite Quelle des Didymus sehen könnte? In *abstracto* ist das auch um so eher möglich, je zweifelloser es ist, daß Didymus die Briefe des Athanasius an Serapion gekannt hat. Durch die *epistula* 1 *ad Serap.* (*c.* 10 *p.* 556 C) sind bei Didymus auch offenbar die Einführungsworte zu Nr. 14 angeregt worden: Valentin und die Engel als ἡλικιῶται des Geistes finden sich hier wie dort. Es mag auch für das pneumatomachische Zitat bei Didymus *de spir. s.* 62 (*p.* 1084 C) trotz großer Textverschiedenheiten dieselbe Quelle anzunehmen sein, die hinter Athanasius *ad Serap.* 1,15 (*p.* 565 f.) steht. Bei Didymus heißt es: *Si spiritus sanctus creatus non est, aut frater est dei patris et* (Druck: *aut*) *patruus est unigeniti Jesu Christi, aut filius Christi est et* (Druck *aut*) *nepos est dei patris, aut ipse filius dei est, et jam non erit unigenitus Dominus Jesus Christus, cum alterum fratrem habeat,* bei Athanasius: εἰ μὴ κτίσμα ἐστί, μηδὲ τῶν ἀγγέλων εἷς ἐστιν, ἀλλ' ἐκ τοῦ πατρὸς ἐκπορεύεται, οὐκοῦν υἱός ἐστι καὶ αὐτὸ καὶ δύο ἀδελφοί εἰσιν αὐτό τε καὶ ὁ λόγος. καὶ εἰ ἀδελφός ἐστι, πῶς μονογενὴς ὁ λόγος; ... εἰ δὲ τοῦ υἱοῦ ἐστι τὸ πνεῦμα, οὐκοῦν πάππος ἐστὶν ὁ πατὴρ τοῦ πνεύματος; — Allein keines der Zitate in Didymus *de trinitate* — auch Nr. 7 nicht, ja nicht einmal Nr. 14, dessen Einführungssatz aus Athanasius zu stammen scheint, — erinnert im Wortlaut in dem Maße an Pneumatomachisches in den Briefen an den Serapion, daß dadurch die Hypothese, einige der Didymuszitate seien aus dem schon dem Serapion bekannten pneumatomachischen Schriftstück entnommen, irgendwie empfohlen werden könnte.

Eine glücklichere Aussicht auf Entdeckung einer zweiten Quelle des Didymus neben dem von ihm benutzten Dialog eröffnen Nr. 8 und 22 seiner oben abgedruckten Zitate. Nr. 8 deckt sich seiner Hauptmasse nach beinahe wörtlich mit dem ersten macedonianischen Argument in dem Dialog von Nr. 32, und seine Einführung (λέγουσι) verbietet nicht, das, was Didymus mehr bietet (ὡς οὐδὲ τὰ ἄλλα πνεύματα), für eine sachlich völlig berechtigte Ergänzung des Didymus zu

halten. Nr. 22, dessen Einführung (εἰ δὲ εἴποιεν οἱ Μακεδονιανοί) auf freie Formulierung des Didymus hinzuweisen scheint, könnte dem entnommen sein, was der Nr. 32 mitteilende Verfasser des *Dialogus I c. Macedonianos* dem Macedonianer sagt: εἰ δέ, ἐπειδὴ ἐν πνεύματι προσκυνοῦμεν, οὐ προσκυνεῖς τὸ πνεῦμα (*c.* 5 *p.* 1296 C). War etwa der *Dialogus I c. Macedonianos* eine zweite Quelle des Didymus?

Der pseudoathanasianische *Dialogus I contra Macedonianos* ist bisher, obwohl einige verunglückte Hypothesen über seinen Ursprung aufgestellt sind (vgl. Joh. Garnier, *S. J.*, *Dissertatio de septem dialogis adversus Arianos, Macedonianos et Apollinaristas*, MSG 84, 367—393), zeitlich noch nicht untergebracht. E. Stolz hat (Theol. Quartalschrift 87, 1905, S. 395f. Anm.) die Vermutung geäußert, er gehöre ebenso wie der MSG 28, 1329—1337 folgende *Dialogus II c. Macedonianos* und wie die bei Migne 28, 1113—1286 vorangehenden fünf *Dialogi de sancta trinitate* dem Didymus; den Beweis für diese zunächst gar nicht weiter begründete Aufstellung werde er anderswo erbringen. Dies Versprechen scheint nicht eingelöst zu sein (vgl. O. Bardenhewer, Geschichte der altkirchl. Literatur III, 1912, S. 60). Man wird das verschmerzen können. Denn die These ist zweifellos unhaltbar. Man braucht — um bei dem ersten der *Dialogi c. Macedonianos* zu bleiben — meines Erachtens nicht viel von Didymus gelesen zu haben, um in dem Verfasser dieses Dialogs einen andern und beträchtlich kleineren Mann zu erkennen. Auch in dogmengeschichtlicher Hinsicht verrät sich, obwohl der Verfasser des *Dialogus I c. Macedonianos* in manchem Betracht ein Schüler des Didymus gewesen sein könnte, seine Verschiedenheit von Didymus: die ewige ἐκπόρευσις des Geistes, die der Verfasser des *Dialogus* annimmt (*c.* 13 *p.* 1313 A: ἵνα μὴ νομίσῃς, ὅτι ἤρξατο — τὸ πνεῦμα — τοῦ ἐκπορεύεσθαι καὶ πέπαυται), entspricht der Anschauung des Didymus nicht (*de trin.* 2, 5 *p.* 141, Migne *p.* 496 A; II, 6, 5, Ende, *p.* 158, Migne *p.* 524 A; vgl. J. Leipoldt, Didymus, Texte und Untersuchungen 29, 3, 1905, S. 96); und ebensowenig paßt die massiv-tritheistische Färbung der Trinitätslehre des Dialogus (*c.* 18 *p.* 1320 D) zu Didymus' Gedanken. Doch mögen der These von Stolz Beobachtungen zugrunde liegen, die auch mir sich aufgedrängt haben, Beobachtungen, die für eine literarische Beziehung zwischen dem *Dialogus I c. Macedonios* und Didymus *de trinitate* beweisend sind. Wer 1. Didymus 1, 16 (*p.* 39f., Migne *p.* 333 A) mit *Dialogus* 19 *p.* 1324 D, 2. Didymus 2, 4 (*p.* 133f., Migne *p.* 481 CD) mit *Dialogus* 11 *p.* 1308 AB, 3. Didymus 2, 5 (*p.* 139, Migne *p.* 493 AB) mit *Dialogus* 6 *p.* 1297 BC (vgl. 9 *p.* 1301 D—1304 A), 4. Didymus 2, 6, 23 (*p.* 178, Migne *p.* 556 BC) mit *Dialogus* 8 *p.* 1301 BC, 5. Didymus 2, 10 (*p.* 233, Migne *p.* 644 B) mit *Dialogus* 18 *p.* 1320 BC, 6. Didymus 3, 9 (*p.* 362, Migne *p.* 852 C)

mit *Dialogus* 19 *p.* 1324 BC) und 7. Didymus 3, 19 (*p.* 386f., Migne *p.* 888f.) mit *Dialogus* 16 *p.* 1316 C—1317 B vergleicht, wird sich leicht von dem Vorhandensein dieser literarischen Beziehung überzeugen. Es wäre Raumverschwendung, all diese Stellen abzudrucken. Wer nachvergleichen will, sei namentlich auf Nr. 6 und 7 hingewiesen. Als Probe für die Art der obwaltenden Beziehungen lege ich hier unter Verweis auf die spätere Behandlung von Nr. 7 (unten S. 547) nur die unter Nr. 4 aufgeführte Parallele vor:

Didymus 2, 6, 23 (Migne *p.* 556f.)
Ὁ σωτὴρ ὡς θεὸς τῷ συνακτίστῳ αὐτοῦ ἐχρίσατο (*sic!* statt ἐχρίσθη, wie unten) παναγίῳ πνεύματι παρὰ τοὺς μετόχους, ἡμᾶς. εἰ γὰρ κτίσμα ἦν, οὐκ ἂν τῷ ἰδίῳ ἐχρίσατο ποιήματι ὁ ἄκτιστος. Es folgt dann Anführung von

Jes. 61, 1 und

Psalm 44, 8

(Διὰ τοῦτο ἔχρισέν σε, ὁ θεός, ὁ θεός σου κτλ.) mit dem Nachwort: »διὰ τοῦτο« ποῖον; ἐπειδὴ θεὸς ἀχειροποίητος ὢν ὑπὸ θεοῦ ἀκτίστου, ἀνάρχου ἐχρίσθη. εἶπεν δὲ τὸ »ὁ θεός σου« διὰ τὴν ἐκ παρθένου γέννησιν αὐτοῦ. Πέτρος ἐν ταῖς πράξεσιν· »Ὑμεῖς« κτλ. (Act. 10, 37, 38).

Dialogus 8 (Migne *p.* 1301 BC)
Acta 10, 37, 38 wird angeführt. Dann folgt: Ἆρα τῷ ἑαυτοῦ κτίσματι χρίεται ὁ υἱός; καὶ πῶς οὐκ ἀνόητον εἰπεῖν τοῦτο; καὶ αὐτὸς δὲ ὁ υἱὸς λέγει· »Πνεῦμα κυρίου ἐπ' ἐμέ, οὗ ἕνεκεν ἔχρισέ με, εὐαγγελίσθαι πτωχοῖς ἀπέσταλκέ με« (Jes. 61, 1), dann folgt Acta 2, 33, dann nach Zwischenbemerkungen Psalm 44, 8 mit dem Nachwort: »διὰ τοῦτο« ποῖον; ὅτι, θεὸς ὢν καὶ υἱὸς μορφὴν δούλου ἔλαβεν.

Ähnlicher Art sind all die andern Parallelen: Wortübereinstimmung zeigt sich selten, aber die Gedanken sind eng verwandt, die Reihenfolge der Schriftzitate ist mehr oder weniger identisch. — Welcher Art ist nun die unleugbar vorliegende literarische Verwandtschaft? Daß der kleine Mann, der den *Dialogus contra Macedonianos* geschrieben hat, nicht Didymus' Werk *de trinitate* studiert hat, verrät sein *Opus* deutlich genug. Wäre sein Text der sekundäre, so würde er auch von dem Wortlaut bei Didymus abhängiger sein. Die Annahme einer gemeinsamen Quelle schöbe das Rätsel nur zurück und würde meines Erachtens in Schwierigkeiten führen. Didymus ist der Abhängige. Man kann dafür auch den Umstand anführen, daß bei Didymus im Kontext der dritten der Parallelen (Migne *p.* 492 C) das auch im *Dialogus* sich findende Zitat Nr. 8, in dem der fünften (*p.* 644 A) das gleichfalls dort nachgewiesenen Zitat Nr. 22, in dem der zweiten Parallele

(*p.* 481 B) das Zitat Nr. 4 sich findet, an das im *Dialogus* (*p.* 1312 A) ein Satz des Orthodoxen (καὶ γὰρ οἱ ἅγιοι ἄγγελοι πνεύματά εἰσιν ἅγια) erinnert. Didymus scheint gelegentlich der Zitate Nr. 8, 22 und 4 den *Dialogus* sich haben vorlesen lassen. Die Gedanken des *Dialogus* haben ihn dann angeregt; er hat ihnen die ihm entsprechende geistreichere Form gegeben. Die Abhängigkeit des Didymus von dem kleineren Verfasser des *Dialogus* hat ja freilich etwas Auffälliges. Aber Zufälligkeiten können sie erklären. Und man kann vermutungsweise eine solche Zufälligkeit erraten. Ist es nicht sehr wohl denkbar, daß Didymus der im Vorwort des *Dialogus* genannte Mann war, dem der Verfasser sein *Opus* zur Prüfung sandte? Die Anrede »τῇ σῇ συνέσει« (*p.* 1292 A) würde vortrefflich dazu passen.

Aus der Abhängigkeit des Didymus von dem *Dialogus I c. Macedonianos* ergibt sich dessen Zeit und die Zeit des macedonianischen Dialogs von Nr. 32. Vor 381, ja vor dem Scheitern der gütlichen Verhandlungen zwischen Homousianern und Macedonianern im Jahre 383 (Sokrates 5, 10, 24), ist die Entstehung auch des kürzeren macedonianischen Dialogs (Nr. 32) nicht gut denkbar. Didymus, der, als Hieronymus 392 sein Buch *de viris illustribus* schrieb, schon etwa 80 Jahre alt war (vgl. Leipoldt, TU a. a. O. S. 4; die Hss. variieren in *de viris illustr. c.* 109), kann, auch wenn er erst 398 gestorben ist, sein Buch *de trinitate*, das Hieronymus noch nicht erwähnt, kaum viel später als 392 vollendet haben. Die Entstehung des *Dialogus I c. Macedonianos* und des in ihm erhaltenen kürzern macedonianischen Dialogs (Nr. 32) fällt also in die achtziger Jahre des vierten Jahrhunderts.

Der gleichen Zeit gehört der von Didymus benutzte größere macedonianische Dialog an. Er ist, wenn auch kein umfangreiches *Opus* (vgl. πονημάτιον im Nachwort von Nr. 19), so doch eine nicht unbedeutende Leistung gewesen. Nicht nur biblische und dogmatische Bildung hat sein Verfasser besessen; — Didymus reibt sich auch an seiner Ἀριστοτελικὴ δεινότης und seiner ἐν λόγοις τέχνη (II, 3 *p.* 131, Migne *p.* 477 D). Wer dieser Verfasser war, läßt sich natürlich nicht erraten. Man könnte aus II, 8, 1 (*p.* 215; Migne *p.* 613 C) schließen, er sei ein einst als Diakon orthodoxer, dann von den Arianern, d. h. den Antinizänern, geweihter macedonianischer Bischof gewesen. Denn es ist der Dialog, der an dieser Stelle und vorher den Didymus zu den Invektiven gegen den Μακεδονιανός (so *p.* 210 f., Migne 605 B und D) veranlaßt. Doch sicher ist der Schluß nicht. Denn zunächst ereifert sich Didymus nicht gegen den Verfasser des Dialogs, sondern gegen den in ihm redenden Macedonianer. Da dieser eine fingierte Person war, ist es erklärlich, daß Didymus in dem Vorwort zu Zitat Nr. 17, wenn hier nicht Μακεδονιανέ statt Μακεδόνιε zu lesen ist, seine

Apostrophe rhetorisch an den αἱρεσιάρχης selbst richtet. Denkbar wäre daher, daß auch p. 215 (Migne p. 613 C) Macedonius gemeint ist, auf den das Gesagte zutrifft, nicht der Verfasser des Dialogs.

Doch ist das von geringer Bedeutung. Wichtiger ist die Frage, ob irgendwo in der Literatur sich eine weitere Spur dieses macedonianischen Dialogs findet. Ich habe bei den nicht sehr zahlreichen antimacedonianischen Polemikern fast vergeblich gesucht. Nur einer Schrift gegenüber hat sich mir die Vermutung aufgedrängt, daß sie vielleicht dem von Didymus benutzten Dialog manches entnommen habe. Es ist dies der dritte der in vielen Hss. (vgl. Fabricius-Harles VIII, 205) auf uns gekommenen unter den Werken des Athanasius, Theodoret und Maximus *Confessor* gedruckten fünf *Dialogi de sancta trinitate* (MSG 28, 1113—1286; III: 1201—1250).

Daß diese Dialoge nicht von Athanasius und nicht von Maximus herrühren, bedarf keines weiteren Beweises (vgl. Joh. Garnier, MSG 84, 376—381). Bei den ersten dreien an Apollinaris zu denken, unter dessen Namen J. Dräseke sie neu gedruckt hat (Texte und Untersuchungen VII, 3 u. 4, 1892, S. 252—341), liegt ebensowenig Veranlassung vor. Die Doppelhypothese Joh. Garniers, daß 1. der Verfasser dieser 5 Dialoge und der der *Dialogi contra Macedonianos*, deren erster oben besprochen ist, identisch sei, und 2. daß dieser kein anderer gewesen sei als der Theodoret der Zeit um 430, ist zwar auch in ihrem ersten Teile, obwohl dieser viel Beifall gefunden hat, meines Erachtens ganz verfehlt; doch ruht diese These auf guten, freilich der Vervollständigung noch fähigen Beobachtungen. Zweifellos nämlich besteht zwischen den *Dialogi c. Macedonianos* und den fünf *Dialogi de trinitate* ein enges literarisches Verhältnis. Ich will auch hier den Raum nicht für unnötige Textabdrucke verschwenden; die Sache wird ohnedies jedem einleuchten, der einige der in Betracht kommenden Stellen vergleicht. Doch gebe ich ein Verzeichnis der mir ohne besonderes Suchen aufgefallenen Parallelen — die beweisendsten sind mit einem Sternchen versehen —, indem ich zu den *Dialogi c. Macedonianos* die parallelen Stellen der *Dialogi de trinitate* mit den Migneschen Seitenzahlen und zugesetztem I, II, III (d. i. *Dial.* I, II, III usw.) notiere:

Contra Mac.	*De s. trinitate.*
I, 1292 A	I, 1153 C
1292 CD	III, 1233 A
1292 D	I, 1141 C
1300 C (μοναδικόν)	III, 1232 D
1304 A	I, 1136 B u. 1141 A
1304 B*	I, 1120 A*
1305 A	III, 1209 BC
1308 AB	I, 1156 A

Contra Mac.	*De s. trinitate.*
1308 B *fin.*	III, 1204 D
1309 D*	III, 1229 C
	III, 1236 A
1312 B*	III, 1241 B*
1313 AB	I, 1121 AB
1313 B (ἀδελφοί)	I, 1145 D
1313 D	III, 1201 C
1316 AB	III, 1232 BC
	I, 1128 AB
1316 BCD	I, 1152 B
1317 A	I, 1149 D—1152 B
1317 D	III, 1228 CD
1320 D*	III, 1212 A
1321 D—1324 A	II, 1165 D
1324 C	I, 1156 B
1328 AB	I, 1145 BC
1328 D	III, 1248 AB
1329 B	III, 1248 C
II, 1333 A	III, 1217 CD
1336 C	I, 1120 A
1336 D	III, 1213 C

Nur zwei Stellen seien parallel gedruckt:

Dial. c. Mac. I	*Dial. III de trinitate*
p. 1320 D: Μακ.· Εἷς οὖν ἐστι θεός, πατὴρ καὶ υἱὸς καὶ ἅγιον πνεῦμα;	*p.* 1212 A: Μακ.· Ὁ αὐτὸς οὖν καὶ πατήρ ἐστι καὶ υἱός;
Ὀρθ.· Εἷς θεός, οὐχ ὡς τριώνυμος, ἀλλ᾿ ὡς οἱ ἐν Χριστῷ κατηρτισμένοι, εἷς τῷ λόγῳ τῆς συμφωνίας καὶ τῆς φύσεως.	Ὀρθ.· Μὴ γένοιτο εἰπεῖν· ἀλλ᾿ ὥσπερ οἱ ἐν Χριστῷ κατηρτισμένοι εἷς ἐσμεν, οὐ συγκεχυμένων τῶν ὑποστάσεων, ἀλλὰ τῷ λόγῳ τῆς συμφωνίας καὶ τῆς φύσεως ἤγουν οὐσίας, οὕτως πατέρα καὶ υἱὸν ἕνα θεὸν λέγω τῷ λόγῳ τῆς οὐσίας καὶ τῆς συμφωνίας.
Μακ.· Κἀγὼ λέγω μίαν συμφωνίαν.	Μακ.· Καὶ ἡμεῖς λέγομεν μίαν συμφωνίαν.
Ὀρθ.· Εἰπὲ καὶ φύσιν, ἵνα μακάριος γένῃ.	Ὀρθ.· Εἰπὲ καὶ θεότητα καὶ σώθητι.
Μακ.· Οὐ δύναμαι εἰπεῖν μίαν φύσιν.	Μακ.· Μίαν θεότητα οὐ λέγω.

und

p. 1329 B: Μακ.· Ἐγὼ ἀμαθής εἰμι, ἄγω τὸν διδάσκαλόν μου καὶ διαλέγεταί σοι.	*p.* 1248 C: Μακ.· Ὀλίγος εἰμί· εὑρίσκω δὲ τὸν δυνάμενον πρὸς ταῦτα εἰπεῖν. πεῖσον τοὺς διδασκάλους μου καὶ πείθομαι.

Es ist mir unfaßbar, wie Johann Garnier sich durch diese enge Verwandtschaft der *Dialogi de trinitate* mit den *Dialogi c. Macedonianos* zu der These hat verleiten lassen können, der Verfasser beider Schriften sei identisch. Ja, der *Dialogus* III *de trinitate* soll nach Garnier im Verein mit den beiden *Dialogi c. Macedonianos* Theodorets verlorene drei Bücher *de spiritu sancto* (*haer. fab. comp.* 5, 3 MSG. 83, 457) darstellen! Wird ein Schriftsteller in dem Maße sein eigener Plagiator sein? Überdies verrät sich die Verschiedenheit des Verfassers der *Dialogi de trinitate* und des Autors der *Dialogi c. Macedonianos* schon in der dogmatischen Terminologie. Und stünde nicht schon infolge des Alters der *Dialogi c. Macedonianos* fest, daß ihnen gegenüber den *Dialogi de trinitate* die Priorität zukommt, so ergäbe sich dies meines Erachtens evident durch eine Detailvergleichung der Parallelen. Es folgt auch daraus, daß der Verfasser der *Dialogi de trinitate* von Didymus abhängig ist, während dieser, wie ich zu zeigen suchte, den *Dialogus I c. Macedonianos* kannte. Eine Stelle, und zwar eine, an der oben eine Beziehung auch zwischen dem *Dialogus I c. Macedonianos* und Didymus aufgewiesen ist (Nr. 7 der oben S. 542 f. aufgezählten Parallelen), genügt, um dies zu beweisen:

Dial. I c. Mac. 16 *p.* 1316C: Μακ.· Πῶς οὖν εἴρηται· »Οὐ λαλήσει ἀφ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ὅσα ἀκούσει, λαλήσει« (Joh. 16, 13).

Ὀρθ.· Ὅτι καὶ ὁ υἱὸς λέγει· »Ὁ πέμψας με ὁ πατὴρ ἐντολὴν μοι δέδωκε τί εἴπω καὶ τί λαλήσω« (Joh. 12,49). Τοῦτο δὲ μάλιστα τὴν αὐτὴν δείκνυσι φύσιν πατρὸς καὶ υἱοῦ καὶ ἁγίου πνεύματος.

Μακ.· Πῶς;

Ὀρθ.· Ὅτι πᾶσα ἡ γενητὴ φύσις ἡ οὖσα λογικὴ καὶ ἀφ' ἑαυτῆς λαλεῖ, ὡς ὅταν λέγῃ ὁ Ἀβραάμ· Gen. 18, 32, καὶ ὁ Μωσῆς· Exod. 4, 10 u. 13, καὶ ὡς Ἱερεμίας· Jer. 1, 6, ὥστε λέγειν αὐτῷ τὸν θεόν· Jer. 1, 7, καὶ ὁ Ἰωνᾶς

Didymus 3, 19 *p.* 386 (Migne *p.* 888 f.): Πᾶν γὰρ κτίσμα, ἐὰν ᾖ λογικόν, ἔχει θέλημα ἴδιον, ὅ, ὡς γέγραπται, κατασιγάζει, ἵνα τὸ τοῦ θεοῦ θέλημα εἴπῃ. Διὸ ποτὲ μὲν τὰ ἑαυτοῦ λαλεῖ καὶ ποιεῖ, ποτὲ δὲ τὰ τοῦ θεοῦ .....

... ὡς ἡνίκα λέγῃ ὁ μὲν Ἀβραὰμ ἐνδοιάζων· Gen. 18, 32, ὁ δὲ Μωυσῆς παραιτούμενος· Exod. 4, 10 u. 13. Καὶ Ἀαρὼν καὶ Μαριὰμ οἰκείᾳ κινήσει ἐθρασύνθησαν κατὰ Μωυσέως, ὅτε καὶ ἐλεπρίασεν ἡ Μαριὰμ καὶ ὠργίσθη θυμῷ κύριος. Ἀλλὰ καὶ Δαυὶδ τὸ ἑαυτοῦ θέλημα ποιῶν καὶ ἀριθμῶν τὸν λαὸν ἐπιτιμᾶται. Καὶ Ἱερεμίας δὲ παρὰ

Dial. de trinitate I, 22 *p.* 1149 D: Ὀρθ.· Ὅτι πᾶν τὸ γενητόν, ἐὰν ᾖ λογικόν, ὅτε θέλει, καὶ ἀφ' ἑαυτοῦ λαλεῖ, ἐπειδὴ καὶ ἴδιον ἔχει θέλημα ὃ κατασιγάζει, ἵνα τὸ τοῦ θεοῦ θέλημα εἴπῃ. Τὸ δὲ πνεῦμα οὐχ οὕτως, ἀλλ' ὡς πνεῦμα θεοῦ ταὐτὸ θέλημα ἔχει τῷ θεῷ· καὶ τοῦτό ἐστι τό· »Οὐ λαλήσει ἀφ' ἑαυτοῦ« (Joh. 16, 23) .....

Ἀνόμ.· Οἱ γὰρ προφῆται οὐκ, εἴ τι θέλει ὁ θεός, θέλουσιν;

Ὀρθ.· Οὐ πάντοτε. Ἔσθ' ὅτε γὰρ καὶ ἀφ' ἑαυτῶν ἐλάλουν. Μωσῆς γὰρ πρῶτος ἔλεγεν· Exod. 4, 10. 13... καὶ Ἀαρὼν καὶ Μαρία ἀφ' ἑαυτῶν κινούμενοι ἐγόγ-

ἀφ᾽ ἑαυτοῦ βουλευσάμενος ἀνέβη εἰς πλοῖον τοῦ φυγεῖν εἰς Ταρσεῖς ἀπὸ προσώπου κυρίου. τὸ δὲ πνεῦμα οὐχ οὕτως· οὐδὲ γὰρ ἔχει φύσιν τοῦ ἕτερον ἔχειν θέλημα, ὅπερ οὐκ ἔστι τοῦ θεοῦ.	σκοπὸν τοῦ ἀνεξικάκου καὶ ἀμνησικάκου θεοῦ εἰπών· Jer. 1, 6 ἀκούει· Jer. 1, 7, καὶ ὁ Ἰωνᾶς δὲ ἴδιον καὶ οὐ τοῦ θεοῦ ποιῶν θέλημα πλοίῳ ἐπιβὰς φεύγει εἰς Ταρσεῖς ἐκ προσώπου τοῦ πανταχοῦ ὄντος κυρίου.	γυσαν κατὰ Μωσέως, ὅτε ἐλεπρίασεν ἡ Μαρία καὶ ὠργίσθη θυμῷ κύριος. Ἰερεμίας παραιτούμενος τὴν προφητείαν ἔλεγε· Jer. 1, 6. καὶ ὁ Ἰωνᾶς εἰς τοσοῦτον παρῃτήσατο, ὡς καὶ δόξαι φεύγειν ἀπὸ προσώπου κυρίου, καὶ ὁ Δαβὶδ τὸ θέλημα τὸ ἑαυτοῦ ποιήσας καὶ ἀριθμῶν τὸν λαὸν ἐπιτιμᾶται.

Die literarischen Abhängigkeitsverhältnisse (vgl. auch oben S. 543 u. 545) sind hier eindeutig.

Der Verfasser der *Dialogi de trinitate*, ob er gleich noch der Zeit des Aëtius nahesteht oder infolge rhetorischer Übertreibung ihr nahezustehen scheint (II, 11 *p.* 1173 C: χθὲς καὶ σήμερον), ist jünger als der Autor der *Dialogi c. Macedonianos* und jünger als Didymus. Er schreibt vor Ausbruch des nestorianischen Streites, zwischen etwa 395 und 430. Seinen Namen kennen wir nicht. Für Theodoret hat Joh. Garnier einige beachtenswerte Gründe geltend gemacht. Doch scheinen sie mir nicht so zwingend, daß man Theodoret mit der Autorschaft belasten müßte. Ich lasse daher den Autor einen Anonymus bleiben.

Dieser Anonymus kannte aus dem *Dialogus I c. Macedonianos* den kurzen Dialog (oben Nr. 32), aus Didymus jedenfalls viele Fragmente des größeren. Aber die dogmatischen Ausführungen, die er hier fand, haben ihn wenig interessiert. Man bemerkt keine Spuren von ihnen. Doch zeigt sich, daß er Zitat 21 kennt (*p.* 1237 C) und Zitat 15 (*p.* 1241 A). Ja, das Zitat 15 mit seinen Einführungsworten wird erst hier verständlich. Wir lesen hier:

Ὀρθ.· »Τοῦ Ἰησοῦ ἡ γένεσις οὕτως ἦν· μνηστευθείσης τῆς μητρὸς αὐτοῦ Μαρίας τῷ Ἰωσήφ, πρὶν ἢ συνελθεῖν αὐτούς, εὑρέθη ἐν γαστρὶ ἔχουσα ἐκ πνεύματος ἁγίου (Matth. 1, 18)

Μακ.· [Ὁ] υἱὸς οὖν ἐστιν ὁ Ἰησοῦς τοῦ πνεύματος;

Ὀρθ.· »Ἡ γένεσις« εἶπεν, οὐχὶ »ἡ γέννησις«· ἓν ⟨ν⟩ λέγει, οὐχὶ δύο.

Μακ.· Ἀλλ᾽ ὁ ἄγγελος εἶπε· »Τὸ γὰρ ἐν αὐτῇ γεννηθὲν ἐκ πνεύματός ἐστιν ἁγίου (Matth. 1, 20)

Ὀρθ.· Πρῶτον γένεσιν ἄκουσον τοῦ ναοῦ, καὶ τότε γέννησιν.

Zeigt sich da nicht die Möglichkeit der Annahme, daß der Verfasser der *Dialogi de trinitate* den von Didymus benutzten macedonianischen Dialog selbst gekannt hat?

Diese Annahme hat in der Tat zwei gewichtige weitere Argumente für sich. Zunächst ist unverkennbar, daß in dem ganzen Dialog die Position des Orthodoxen nicht immer so günstig, die des Macedonianers nicht immer so ungünstig ist, wie man es in einem orthodoxen Machwerk erwarten sollte. Das würde sich erklären, wenn der Verfasser, dessen Unselbständigkeit im vorigen hinreichend deutlich hervorgetreten ist, den macedonianischen Dialog ausgeschrieben hätte. Dafür, daß er dies getan hat, spricht zweitens, daß der *Dialogus II de trinitate* (*p.* 1173—1201) das auch bei Epiphanius (*haer* 76, 10) erhaltene Συνταγμάτιον des Aëtius vollständig in sich aufgenommen hat. Ich sage »vollständig«, obwohl auch die Felckmannsche Ergänzung (*p.* 1181—1201) zwei Kapitel der Schrift des Aëtius (46 und 47) und den Epilog unberücksichtigt läßt. Denn offenbar fehlt trotz der Ergänzung Felckmanns noch der Schluß. Ebenso sind in dem *Dialogus V de trinitate* (*p.* 1265—1286) die Reden des Apollinaristen einfach der Ἀνακεφαλαίωσις des Apollinaris (Lietzmann, Apollinaris I, 242—246; vgl. S. 144) entnommen.

Dazu kommt, daß der *Dialogus III* (20, *p.* 1233 BC und 26 *p.* 1244 BC) bemerkenswerte Erörterungen über zwei der bei Didymus in dem Referat Nr. 25 gekennzeichneten Lesarten bietet, die trotz der plerophorischen orthodoxen Erwiderungen nach meinem Gefühl verraten, daß hier macedonianisches Gut aufgenommen ist. An der ersteren Stelle entgegnet der Macedonianer auf die orthodoxe Anführung von Röm. 8, 11 (mit »διὰ τοῦ ἐνοικοῦντος«): [οὕτως] οὐ γέγραπται »διὰ τοῦ ἐνοικοῦντος«, ἀλλὰ »⟨διὰ⟩ τὸ ἐνοικοῦν«. Der Orthodoxe erwidert: ἐὰν δειχθῇ, ὅτι »διὰ τοῦ ἐνοικοῦντος« γέγραπται, πείθῃ ὅτι τῆς αὐτῆς ἐστι φύσεως τὸ πνεῦμα ⟨τῷ⟩ πατρὶ καὶ ⟨τῷ⟩ υἱῷ; Dann sagt der Macedonianer: ἐὰν οὖν που ἓν ἢ δεύτερον ἀντίγραφον εὑρεθῇ ἐσφαλμένον παρ' ὑμῖν, ἐκ τούτου ἔχεις με πεῖσαι; — Hier offenbart sich meines Erachtens, obwohl nun der Orthodoxe in einem auch in Tischendorfs *editio critica major* aufgenommenen Satze — irrig — behauptet, daß seine Lesart sich ἐν ὅλοις τοῖς ἀρχαίοις ἀντιγράφοις finde, dennoch wirklich macedonianische Argumentation. Dasselbe kann man *p.* 1244 C an der Äußerung des Macedonianers über das »ἐγὼ« in Amos 4, 13 beobachten: οἶδα ὅτι ἐν ἐνίοις τῶν ἀντιγράφων γέγραπται τὸ »Ἰδοὺ ἐγὼ«· ἀλλ' ἐγὼ λέγω ἐσφαλμένα εἶναι τὰ ἀντίγραφα. οὐ γὰρ ἔχει ἀκολουθίαν λέγειν τὸ πνεῦμά ἐστι τὸ λέγον ὅτι »Ἰδοὺ ἐγὼ στερεῶν βροντὴν καὶ κτίζων πνεῦμα«.

Ich glaube daher, zuversichtlich behaupten zu können, daß uns in dem *Dialogus III de trinitate* Stücke des von Didymus benutzten macedonianischen Dialogs erhalten sind. Eine sichere Ausscheidung dieser Stücke halte ich bis jetzt für unmöglich, obwohl genaue Beobachtung der Argumentation und Achten auf den Sprachgebrauch

sowie auf die theologische Terminologie zu einigen Wahrscheinlichkeitsresultaten führen kann[1]. Ich will aber solche Probabilia hier nicht ausbreiten. Nur darauf möchte ich noch hinweisen, daß gleich in den ersten Wechselreden (*p.* 1204 AB) offenbar macedonianisches Gut steckt:

Μακ.· Ἡμεῖς οὕτως πιστεύομεν ὡς ὁ μακάριος Λουκιανός.
Ὀρθ.· Θέλω γνῶναι, εἰ κἂν ὡς ὁ μακάριος Λουκιανὸς πιστεύεις.
Μακ.· Καὶ ὑμεῖς γὰρ οὕτως πιστεύετε;
Ὀρθ.· Ἡμεῖς μὲν οὕτως πιστεύομεν ὡς πάντες οἱ ἅγιοι μάρτυρες κτλ.
Μακ.· Πιστεύεις οὖν ὡς ὁ μακάριος Λουκιανός;
Ὀρθ.· Εἶπον ὅτι οὐ μόνον ὡς ὁ μακάριος Λουκιανός, ἀλλὰ καὶ ὡς πάντες οἱ ἅγιοι μάρτυρες καὶ οἱ ἀπόστολοι.
Μακ.· Ὑπογράφεις οὖν τῇ ἐκθέσει Λουκιανοῦ;
Ὀρθ.· Τί γὰρ κατέγνως τῆς ὑπὸ τῶν τιη΄ πατέρων ἁγίων ἐν Νικαίᾳ τῆς Βιθυνίας ἐκτεθείσης, ἵνα καὶ ἄλλην περιβλέψῃ;
Μακ.· Σὺ γὰρ τί κατέγνως τῆς τοῦ Λουκιανοῦ;
Ὀρθ.· Κατέγνων τῆς προσθήκης ἧς προσεθήκατε, καὶ ἔχω δεῖξαι, ὅτι προσεθήκατε ἐναντία αὐτῆς.
Μακ.· Ὑμεῖς γὰρ οὐ προσεθήκατε τῇ ἐν Νικαίᾳ;

Hier findet sich nicht nur in der Art der Argumentation manches, das als ursprünglich von einem Orthodoxen konzipiert auffällig wäre. Die ganze Erwähnung der ἔκθεσις Λουκιανοῦ — es ist dies, wie die nachfolgenden Zitate beweisen, die bei Athanasius, *de synodis* 23 (MSG 26, 721 f.), erhaltene Formel (Hahn, Bibliothek der Symbole, 3. Aufl. § 154) — weist meines Erachtens auf einen Macedonianer hin. Zwar weiß Sozomenos (6, 12, 4), daß im Jahre 367 oder 368 30 Homoiusianer, die den Übergang ihrer Parteigenossen zum Homousios nicht billigten — und diese Bischöfe sind die Vorfahren der Macedonianer —, auf einer Synode zu Antiochien in Karien im Gegensatz zum Nicänum sich zu dem Bekenntnis Lucians bekannt hätten. Aber bei der für die Konstituierung der macedonianischen Partei entscheidenden, im Jahre 378 gehaltenen zweiten Synode im demselben karischen Antiochien sagen die Historiker (Sozom. 7, 2, 3 f.; Sokr. 5, 4, 3) nichts von der ἔκθεσις Λουκιανοῦ. Und doch wird sie auch hier geltend gemacht sein. Denn dafür, daß für die späteren Macedonianer das Bekenntnis Lucians in der Tat das Bekenntnis war, kann man auch in den macedonianischen Zitaten bei Didymus ein

[1] Zu dem aus dem macedonianischen Dialog stammenden Material rechne ich auch den Terminus ὁμοουσιαστής (c. 16 *p.* 1228 A: κἂν ἓν τούτων δείξῃς, γίνομαι ὁμοουσιαστής). Als »Ὁμοουσιαστής« wird in dem Dialog — und ebenso vermutlich in dem kürzern Dialog des Zitats 32 (vgl. oben S. 536, Anm.) — der Vertreter der nizänischen Orthodoxie bezeichnet gewesen sein.

Argument finden. Ich denke an das Zitat Nr. 30 aus Didymus (*de trin.* III, 38). Didymus sagt hier, die Macedonianer hätten über den Geist behauptet: διὰ τὸ παρακαλεῖν ὑπὲρ αὐτῆς (*scil.* τῆς κτίσεως) ὠνομάσθαι »παράκλητον«, καὶ ἐπάγουσιν, fügt er hinzu, ὅτι καὶ ἀποστέλλεται. Das auffällige καὶ ἀποστέλλεται könnte man nach dem Index (*p.* 313, Migne *p.* 773 A) durch ein παρὰ τοῦ υἱοῦ ergänzen. Aber was ist gegenüber Joh. 15, 26 an dieser These merkwürdig? Meines Erachtens wird das καὶ ἀποστέλλεται verständlicher, wenn man den Satz der ἔκθεσις Λουκιανοῦ über den Geist ihm zur Seite stellt: καὶ εἰς τὸ πνεῦμα τὸ ἅγιον, τὸ εἰς παράκλησιν καὶ ἁγιασμὸν καὶ τελείωσιν τοῖς πιστεύουσι διδόμενον. Man darf daher vielleicht vermuten, daß in dem von Didymus benutzten Dialog im Zusammenhang mit Zitat 30 das Bekenntnis Lucians erwähnt war. Und dann gereicht auch diese Vermutung der andern zur Bestätigung, daß in dem *Dialogus III de sancta trinitate* eben derselbe macedonianische Dialog ausgeschrieben ist, der dem Didymus vorlag.

Über die Integration der Grundgleichungen der Theorie der Jupitermonde.

Von Dr. A. Wilkens,
Privatdozent in Kiel.

(Vorgelegt von Hrn. Struve am 26. März 1914 [s. oben S. 383].)

Das Ziel der folgenden Arbeit soll sein, zu zeigen, wie die Integration der grundlegenden Differentialgleichungen der Bewegung der vier klassischen Jupitermonde, wie sie von Lagrange und Laplace zuerst entwickelt und von Tisserand und Souillart später ergänzt wurde, in strengerer Form, als es bisher geschehen, auszuführen ist. Die Handhabe hierzu bietet die Weiterentwicklung eines schon früher von mir in diesen Sitzungsberichten 1905, S. 1062 (Zur Erweiterung eines Problems der Säkularstörungen) entwickelten Gedankens zur Behandlung des Problems der genäherten Kommensurabilitäten im Dreikörperproblem.

Die wesentliche Grundlage der Theorie der vier helleren Jupitermonde bildet die Integration der Differentialgleichungen der säkularen und langperiodischen Werte der Exzentrizitäts- und Neigungsvariablen. Erstere sind definiert durch

$$(1)\quad \begin{array}{l} h = e\sin\bar{\omega},\ h' = e'\sin\bar{\omega}',\ h'' = e''\sin\bar{\omega}'',\ h''' = e'''\sin\bar{\omega}''' \\ k = e\cos\bar{\omega},\ k' = e'\cos\bar{\omega}',\ k'' = e''\cos\bar{\omega}'',\ k''' = e'''\cos\bar{\omega}''', \end{array}$$

wo $e, \bar{\omega}$ usw. die Exzentrizität und Perihellänge der vier Monde fixieren. Ferner seien l, l', l'' und l''' die mittleren Längen und n, n', n'' und n''' die mittleren Bewegungen der Monde; für die drei ersten Monde gelten dann die durch das Laplacesche Theorem ausgedrückten Beziehungen

$$(2)\quad \begin{array}{c} l - 3l' + 2l'' = 180° \\ n - 3n' + 2n'' = 0\,. \end{array}$$

Die erstere Beziehung wollen wir durch die Gleichung

$$(3)\quad u' - u = 180°$$

ersetzen, indem

$$(4)\quad u = 2l' - l \quad \text{und} \quad u' = 2l'' - l' \quad \text{ist.}$$

Ferner werde die 2. Beziehung in (2) ersetzt durch die Doppelgleichung:

$$n - 2n' = n' - 2n'' = w\,. \tag{5}$$

Bei Beschränkung der Störungsfunktion auf die Glieder 2. Grades der Exzentrizitätsvariablen sowohl im rein säkularen wie in dem infolge der genäherten Kommensurabilität der mittleren Bewegungen der drei ersten Monde kritisch, d. h. langperiodisch, werdenden Teile lauten dann die Differentialgleichungen der Exzentrizitätsvariablen, wenn in den Gliedern 2. Grades der Störungsfunktion nach Bildung der Differentialgleichungen das Argument $4l'' - 2l' = 2u'$ nach dem LAPLACEschen Theorem durch $2u$ und bei den Gliedern 1. Grades u' durch $u + 180°$ ersetzt wird, vollständig (s. TISSERAND, Traité de Méc. cél., Bd. 4, S. 36).:

$$(6)\quad\left\{\begin{aligned}
&\frac{dh}{dt} - \boxed{0}\,k + [0,1]k' + [0,2]k'' + [0,3]k''' \\
&\qquad = -\tfrac{1}{2}m'nF\cos u + a_{0,1}(k\cos 2u + h\sin 2u) - b_{0,1}(k'\cos 2u + h'\sin 2u) \\
&\frac{dk}{dt} + \boxed{0}\,h - [0,1]h' - [0,2]h'' - [0,3]h''' \\
&\qquad = +\tfrac{1}{2}m'nF\sin u + a_{0,1}(h\cos 2u - k\sin 2u) - b_{0,1}(h'\cos 2u - k'\sin 2u) \\
&\frac{dh'}{dt} - \boxed{1}\,k' + [1,0]k + [1,2]k'' + [1,3]k''' \\
&\qquad = -\tfrac{1}{2}n'(mG - m''F')\cos u + (a_{1,0} + a_{1,2})(k'\cos 2u + h'\sin 2u) \\
&\qquad\quad - b_{1,0}(k\cos 2u + h\sin 2u) - b_{1,2}(k''\cos 2u + h''\sin 2u) \\
&\frac{dk'}{dt} + \boxed{1}\,h' - [1,0]h - [1,2]h'' - [1,3]h''' \\
&\qquad = +\tfrac{1}{2}n'(mG - m''F')\sin u + (a_{1,0} + a_{1,2})(h'\cos 2u - k'\sin 2u) \\
&\qquad\quad - b_{1,0}(h\cos 2u - k\sin 2u) - b_{1,2}(h''\cos 2u - k''\sin 2u) \\
&\frac{dh''}{dt} - \boxed{2}\,k'' + [2,0]k + [2,1]k' + [2,3]k''' \\
&\qquad = +\tfrac{1}{2}m'n''G'\cos u + a_{2,1}(k''\cos 2u + h''\sin 2u) - b_{2,1}(k'\cos 2u + h'\sin 2u) \\
&\frac{dk''}{dt} + \boxed{2}\,h'' - [2,0]h - [2,1]h' - [2,3]h''' \\
&\qquad = -\tfrac{1}{2}m'n''G'\sin u + a_{2,1}(h''\cos 2u - k''\sin 2u) - b_{2,1}(h'\cos 2u - k'\sin 2u) \\
&\frac{dh'''}{dt} - \boxed{3}\,k''' + [3,0]k + [3,1]k' + [3,2]k'' = 0 \\
&\frac{dk'''}{dt} + \boxed{3}\,h''' - [3,0]h - [3,1]h' - [3,2]h'' = 0
\end{aligned}\right.$$

wo die Definition und Bedeutung der sämtlichen konstanten Koeffizienten $\boxed{0}$, [0, 1], F usw. aus dem der Theorie der Jupitertrabanten entsprechenden Kapitel in Tisserands Mécanique céleste, Bd. 4, zu ersehen ist.

Die linken Seiten der Gleichungen (6) enthalten nun allein die rein säkularen Teile, während die rechten Seiten nur die aus den genäherten Kommensurabilitäten entspringenden langperiodischen Teile der Störungsfunktion enthalten. Das Integrationsverfahren der oben genannten Autoren besteht dann darin, zuerst die rechten Seiten der Differentialgleichungen (6) gleich 0 zu setzen, d. h. die Integration zunächst allein unter Berücksichtigung der säkularen Glieder durchzuführen und dann ein partikuläres Integral der vollständigen Gleichungen (6), also mit Berücksichtigung der auf den rechten Seiten stehenden kritischen Glieder, zu dem allgemeinen Integral des homogenen Systems hinzuzufügen. Die hierbei begangene Vernachlässigung besteht darin, daß die in $a_{0,1}$, $b_{0,1}$ usw. multiplizierten kritischen Glieder der rechten Seiten erstens keine Konstanten oder explizit von der Zeit t allein abhängende Größen, sondern von den Unbekannten h, k usw. linear abhängende Variable sind und deshalb zweitens von derselben Größenordnung, dem 1. Grade in h, k usw. sind, wie die auf den linken Seiten der Gleichungen stehenden Säkularglieder in h, k usw.; folglich hat eine strenge Integration der Differentialgleichungen von vorneweg unter gleichzeitiger Berücksichtigung der säkularen wie kritischen Glieder zu erfolgen. Dann erhalten wir aber statt der linearen Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten beim ersten Schritt des Integrationsverfahrens der obigen Autoren von vornherein jetzt lineare Differentialgleichungen mit periodischen Koeffizienten in t, weil das Argument u der rechten Seiten definiert ist durch $u = (2n' - n)\; t + 2\varepsilon' - \varepsilon$, wo ε und ε' die mittleren Längen der Epoche sind.

Zunächst will ich nun zeigen, wie man die obigen Differentialgleichungen mit periodischen Koeffizienten auf solche mit konstanten Koeffizienten reduzieren kann. Diese Reduktion kann auf demselben Wege geschehen, den ich in meiner oben zitierten Arbeit im Falle nur zweier um einen Hauptkörper laufenden Trabanten, deren mittlere Bewegungen nahezu im Verhältnisse zweier ganzer Zahlen $\frac{p+1}{p}$ oder $\frac{p+2}{p}$ (p = ganze Zahl) kommensurabel sind, eingeschlagen habe. Es zeigt sich nämlich, daß die dort gegebene Transformation der Variablen, also die Beziehung aller Variablen h, k usw. auf ein mit konstanter Geschwindigkeit um den Anfangspunkt rotierendes Koordinaten-

system die genannte Reduktion der Differentialgleichungen auch dann noch gestattet, wenn es sich, wie im Jupitersystem, um die gegenseitige Anziehung von drei in ihren mittleren Bewegungen kommensurablen Trabanten mit von 0 verschiedenen Massen handelt und außerdem noch um die Säkularstörungen eines 4. Mondes oder überhaupt beliebig vieler Monde. Der Grund dazu ist der folgende. Die Geschwindigkeit, mit der das Koordinatensystem im Falle von nur zwei Monden zu rotieren hat, ist, wenn die mittleren Bewegungen n und n' nahezu im Verhältnis $\alpha:\beta$ stehen, gleich $\beta n - \alpha n'$. Da nun im Jupitersystem das genäherte Verhältnis der mittleren Bewegungen des 1. und 2. Mondes dasselbe ist wie für den 2. und 3. Mond, nämlich 2 : 1, so würde die Geschwindigkeit der rotierenden Koordinatensysteme, wenn man die Theorien des 1. und 2. Mondes ebenso wie die des 2. und 3. Mondes etwa für sich behandeln wollte, im 1. Falle $n - 2n'$, im 2. Falle $n' - n''$ sein. Da aber ferner nach dem LAPLACEschen Theorem stets $n - 2n' = n' - 2n'' = \omega$ ist, so ist folglich die Rotationsgeschwindigkeit der beiden Koordinatensysteme dieselbe, so daß also bei einer gleichzeitigen Behandlung aller 3 Monde das gemeinsame Koordinatensystem mit der Geschwindigkeit $\omega = n - 2n' = n' - 2n''$ ebenfalls noch die sonst nur bei 2 Monden mögliche Reduktion der Differentialgleichungen auf solche mit konstanten Koeffizienten liefern muß. Daß man außerdem noch die Säkularstörungen durch beliebig viele Monde hinzufügen kann, ohne die Möglichkeit der Reduktion zu gefährden, beruht darauf, daß dadurch wie bei nur 2 Monden nur weitere Linearglieder der Variablen mit konstanten Koeffizienten zu den schon vorhandenen hinzutreten.

Setzen wir nun dementsprechend für die 4 Jupitermonde

$$
(7) \qquad \begin{aligned} h \sin u + k \cos u = x\,, \quad h' \sin u + k' \cos u = x' \\ h \cos u - k \sin u = y\,, \quad h' \cos u - k' \sin u = y' \end{aligned}
$$

usw., so lauten die Differentialgleichungen in den neuen Variablen x, y, x', y', usw., mit Rücksicht auf die Beziehungen

$$
(8) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{du}{dt} &= -\omega \\ \frac{dx}{dt} &= \sin u \frac{dh}{dt} + \cos u \frac{dk}{dt} - y\omega \\ \frac{dy}{dt} &= \cos u \frac{dh}{dt} - \sin u \frac{dk}{dt} + x\omega \end{aligned} \right.
$$

auf Grund der Gleichungen (6) folgendermaßen:

$$
(9)\quad\left\{
\begin{aligned}
&\frac{dx}{dt}+(\boxed{0}+\omega-a_{0,1})y-([0,1]-b_{0,1})y'-[0,2]y''-[0,3]y'''=0\\
&\frac{dx'}{dt}-([1,0]-b_{1,0})y+(\boxed{1}+\omega-a_{1,0}-a_{1,2})y'-([1,2]-b_{1,2})y''-[1,3]y'''=0\\
&\frac{dx''}{dt}-[2,0]y-([2,1]-b_{2,1})y'+(\boxed{2}+\omega-a_{2,1})y''-[2,3]y'''=0\\
&\frac{dx'''}{dt}-[3,0]y-[3,1]y'-[3,2]y''+(\boxed{3}+\omega)y'''=0\\
&\frac{dy}{dt}-(\boxed{0}+\omega+a_{0,1})x+([0,1]+b_{0,1})x'+[0,2]x''+[0,3]x'''=-\tfrac{1}{2}m'nF\\
&\frac{dy'}{dt}+([1,0]+b_{1,0})x-(\boxed{1}+\omega+a_{1,0}+a_{1,2})x'+([1,2]+b_{1,2})x''+[1,3]x'''\\
&\qquad=-\tfrac{1}{2}n'(mG-m''F')\\
&\frac{dy''}{dt}+[2,0]x+([2,1]+b_{2,1})x'-(\boxed{2}+\omega+a_{2,1})x''+[2,3]x'''=+\tfrac{1}{2}m'n''G'\\
&\frac{dy'''}{dt}+[3,0]x+[3,1]x'+[3,2]x''-(\boxed{3}+\omega)x'''=0\,.
\end{aligned}\right.
$$

Das ist das gesuchte System der linearen Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten und außerdem konstanten rechten Seiten. Da die allgemeine Lösung des inhomogenen Systems gleich der allmeinen Lösung des homogenen Systems ist, vermehrt um eine partikuläre Lösung des inhomogenen Systems, so lösen wir zunächst das homogene System, und zwar durch den Ansatz:

$$
(10)\qquad
\begin{aligned}
x&=M\sin(gt+\beta)\,, & x'&=M'\sin(gt+\beta)\\
y&=N\cos(gt+\beta)\,, & y'&=N'\cos(gt+\beta)
\end{aligned}
$$

usw., wo über die Konstanten $M, N, \ldots g$ den Differentialgleichungen entsprechend zu verfügen ist. Die Substitution des Ansatzes (10) in den homogenen Teil der Gleichungen (9) führt dann zu den folgenden acht linearen und homogenen Gleichungen für $M, N \ldots M''', N'''$:

$$
(11)\quad\left\{
\begin{aligned}
&gM+(\boxed{0}+\omega-a_{0,1})N-([0,1]-b_{0,1})N'-[0,2]N''-[0,3]N'''=0\\
&gM'-([1,0]-b_{1,0})N+(\boxed{1}+\omega-a_{1,0}-a_{1,2})N'-([1,2]-b_{1,2})N''-[1,3]N'''=0\\
&gM''-[2,0]N-([2,1]-b_{2,1})N'+(\boxed{2}+\omega-a_{2,1})N''-[2,3]N'''=0\\
&gM'''-[3,0]N-[3,1]N'-[3,2]N''+(\boxed{3}+\omega)N'''=0\\
&-gN-(\boxed{0}+\omega+a_{0,1})M+([0,1]+b_{0,1})M'+[0,2]M''+[0,3]M'''=0\\
&-gN'+([1,0]+b_{1,0})M-(\boxed{1}+\omega+a_{1,0}+a_{1,2})M'+([1,2]+b_{1,2})M''+[1,3]M'''=0\\
&-gN''+[2,0]\cdot M+([2,1]+b_{2,1})M'-(\boxed{2}+\omega+a_{2,1})M''+[2,3]M'''=0\\
&-gN'''+[3,0]M+[3,1]M'+[3,2]M''-(\boxed{3}+\omega)M'''=0\,.
\end{aligned}\right.
$$

Da die Lösungen (10) nur Sinn haben, wenn mindestens einer der Koeffizienten $M, N \ldots M''', N'''$ von o verschieden ist, so muß folglich die Determinante des Systems (11) verschwinden, womit die Gleichung zur Bestimmung von g erlangt ist. Ordnet man die Unbekannten in der Reihenfolge $M, M' \ldots N'''$ an, so tritt g nur in den Gliedern der Diagonale, auf und die Determinante ist vom 8. Grade in g, aber nur scheinbar. Denn diese Gleichung ist auf dem folgenden Wege, der uns zugleich in bezug auf die Eigenschaften der Lösung weiterführt, auf eine Gleichung 4. Grades in g^2 reduzierbar. Substituiert man die aus den ersten 4 Gleichungen von (11) folgenden Ausdrücke für gM, gM', gM'' und gM''' als lineare Funktionen von N, N', N'' und N''' in die letzten 4 Gleichungen des Systems (11), so erhält man die folgenden in N, N', N'' und N''' linearen und homogenen Gleichungen:

$$
(12)\quad \left\{\begin{array}{llll}
(g^2+a)N+ & a'N'+ & a''N''+ & a'''N''' = 0 \\
bN+ & (g^2+b')N'+ & b''N''+ & b'''N''' = 0 \\
cN+ & c'N'+ & (g^2+c'')N''+ & c'''N''' = 0 \\
dN+ & d'N'+ & d''N''+ & (g^2+d''')N''' = 0\,,
\end{array}\right.
$$

wo die Koeffizienten a, a' usw. die folgende Bedeutung haben:

$$
(13)\quad \begin{aligned}
a &= -(\boxed{0}+\omega-a_{0,1})(\boxed{0}+\omega+a_{0,1}) - ([1,0]-b_{1,0})([1,0]+b_{0,1}) \\
&\quad -[2,0][0,2]-[3,0][0,3] \\
a' &= ([0,1]-b_{0,1})(\boxed{0}+\omega+a_{0,1}) + (\boxed{1}+\omega-a_{1,0}-a_{1,2})([0,1]+b_{0,1}) \\
&\quad -([2,1]-b_{2,1})[0,2]-[3,1][0,3] \\
a'' &= [0,2](\boxed{0}+\omega+a_{0,1}) - ([1,2]-b_{1,2})([0,1]+b_{0,1}) + (\boxed{2}+\omega-a_{2,1})[0,2] \\
&\quad -[3,2][0,3] \\
a''' &= [0,3](\boxed{0}+\omega+a_{0,1}) - [1,3]([0,1]+b_{0,1}) - [2,3][0,2] - (\boxed{3}+\omega)[0,3] \\
b &= (\boxed{0}+\omega-a_{0,1})([1,0]+b_{1,0}) + ([1,0]-b_{1,0})(\boxed{1}+\omega+a_{1,0}+a_{1,2}) \\
&\quad -[2,0]([1,2]+b_{1,2})-[3,0][1,3] \\
b' &= -([0,1]-b_{0,1})([1,0]+b_{1,0}) - (\boxed{1}+\omega-a_{1,0}-a_{1,2})(\boxed{1}+\omega+a_{1,0}+a_{1,2}) \\
&\quad -([2,1]-b_{2,1})([1,2]+b_{1,2})-[3,1][1,3] \\
b'' &= -[0,2]([1,0]+b_{1,0}) + ([1,2]-b_{1,2})(\boxed{1}+\omega+a_{1,0}+a_{1,2}) \\
&\quad +(\boxed{2}+\omega-a_{2,1})([1,2]+b_{1,2})-[3,2][1,3] \\
b''' &= -[0,3]([1,0]+b_{1,0}) + [1,3](\boxed{1}+\omega+a_{1,0}+a_{1,2}) - [2,3]([1,2]+b_{1,2}) \\
&\quad +(\boxed{3}+\omega)[1,3] \\
c &= (\boxed{0}+\omega-a_{0,1})[2,0] - ([1,0]-b_{1,0})([2,1]+b_{2,1}) + [2,0](\boxed{2}+\omega+a_{2,1}) \\
&\quad -[3,0][2,3]
\end{aligned}
$$

$$c' = -([0,1]-b_{0,1})[2,0] + (\boxed{1}+\omega-a_{1,0}-a_{1,2})([2,1]+b_{2,1})$$
$$+([2,1]-b_{2,1})(\boxed{2}+\omega+a_{2,1}) - [3,1][2,3]$$

$$c'' = -[0,2][2,0] - ([1,2]-b_{1,2})([2,1]+b_{2,1}) - (\boxed{2}+\omega-a_{2,1})(\boxed{2}+\omega+a_{2,1})$$
$$-[3,2][2,3]$$

$$c''' = -[0,3][2,0] - [1,3]([2,1]+b_{2,1}) + [2,3](\boxed{2}+\omega+a_{2,1})$$
$$+(\boxed{3}+\omega)[2,3]$$

Noch:

$$(13)\quad d = (\boxed{0}+\omega-a_{0,1})[3,0] - ([1,0]-b_{1,0})[3,1] - [2,0][3,2] + [3,0](\boxed{3}+\omega)$$

$$d' = -([0,1]-b_{0,1})[3,0] + (\boxed{1}+\omega-a_{1,0}-a_{1,2})[3,1] - ([2,1]-b_{2,1})[3,2]$$
$$+[3,1](\boxed{3}+\omega)$$

$$d'' = -[0,2][3,0] - ([1,2]-b_{1,2})[3,1] + (\boxed{2}+\omega-a_{2,1})[3,2]$$
$$+[3,2](\boxed{3}+\omega)$$

$$d''' = -[0,3][3,0] - [1,3][3,1] - [2,3][3,2] - (\boxed{3}+\omega)^2.$$

Da mindestens eine der Größen N, N', N'' und N''' von 0 verschieden sein muß, so muß die Determinante des Systems (12) verschwinden, also

$$(14)\quad \begin{vmatrix} g^2+a, & a', & a'', & a''' \\ b, & g^2+b', & b'', & b''' \\ c, & c', & g^2+c'', & c''' \\ d, & d', & d'', & g^2+d''' \end{vmatrix} = 0$$

sein, womit die gesuchte Gleichung 4. Grades in g^2, die strenge Säkulardeterminante der vier helleren Jupitermonde erhalten ist. Da nun die Koeffizienten $\boxed{\alpha}$ numerisch größer als die Koeffizienten $[\beta, \gamma]$ sind, so ergibt sich, daß die in der Diagonale auftretenden Koeffizienten a, b', c'', d''' nach (13) näherungsweise den Ausdrücken genügen: $a = -(\boxed{\gamma}+\omega)^2$, $b' = -(\boxed{1}+\omega)^2$, $c'' = -(\boxed{2}+\omega)^2$ und $d''' = -(\boxed{3}+\omega)^2$, während die Koeffizienten außerhalb der Diagonale sämtlich von der höheren Größenordnung $(\boxed{\alpha}+\omega)[\beta, \gamma]$ sind. Folglich ist die Determinante (14) näherungsweise durch (14a) $(g^2+a)(g^2+b')(g^2+c'')(g^2+d''') = 0$ darstellbar, so daß mithin alle g^2, weil a, b', c'', d''' negativ, positiv sind und deshalb alle Wurzeln g reelle Größen sind. Damit ist die Berechtigung des Ansatzes (10) erwiesen. Bezeichnen wir nun die 8 paarweise entgegengesetzt gleichen Wurzeln g mit $g_1, g_2 \ldots g_8$, wo $g_2 = -g_1, \ldots g_8 = -g_7$, so ist die allgemeine Lösung des homogenen Teils von (9):

$$x = M_1 \sin(g_1 t + \beta_1) + M_2 \sin(g_2 t + \beta_2) + \ldots + M_8 \sin(g_8 t + \beta_8)$$
$$(15)\quad y = N_1 \cos(g_1 t + \beta_1) + N_2 \cos(g_2 t + \beta_2) + \ldots + N_8 \cos(g_8 t + \beta_8)$$
$$x' = M_1' \sin(g_1 t + \beta_1) + M_2' \sin(g_2 t + \beta_2) + \ldots + M_8' \sin(g_8 t + \beta_8)$$

usw., wo aber noch überzählige Konstanten auftreten.

Die jeder Wurzel g_a entsprechenden Werte der Unbekannten N_a, N'_a, N''_a, N'''_a folgen aus den Gleichungen (12) und dann die Werte von M_a, M'_a, M''_a und M'''_a aus den vier ersten Gleichungen des Systems (11). Wegen der Homogenität von (12) gehört aber zu jedem g_a ein willkürlich wählbarer Wert von N_a, N'_a, N''_a oder N'''_a, etwa N'''_a. Ferner folgt aus den Gleichungen (12), daß zwei entgegengesetzt gleichen Wurzeln g dieselben Werte von N_a, N'_a, N''_a entsprechen, während N'''_a in beiden Fällen willkürlich bleibt, so daß also z. B. für g_1 und $g_2 = -g_1$:

$$(16)\qquad \left.\begin{aligned} N_1 &= E_1 N'''_1 \\ N'_1 &= F_1 N'''_1 \\ N''_1 &= G_1 N'''_1 \end{aligned}\right\} \text{ also } \begin{aligned} N_2 &= E_1 N'''_2 \\ N'_2 &= F_1 N'''_2 \\ N''_2 &= G_1 N'''_2 \,, \end{aligned}$$

wo sich die konstanten und von $a, a' \ldots$ und g_1 abhängigen Koeffizienten E_1, F_1 und G_1 direkt bei der Auflösung des Systems (12) nach N_1, N'_1 und N''_1 ergeben. Dagegen wechseln die M_a, M'_a, M''_a und M'''_a, wie aus den vier ersten Gleichungen von (11) folgt, für entgegengesetzt gleiche Wurzeln g das Vorzeichen, so daß also, (16) entsprechend:

$$(17)\qquad \left.\begin{aligned} M_1 &= H_1 N'''_1 \\ M'_1 &= J_1 N'''_1 \\ M''_1 &= K_1 N'''_1 \\ M'''_1 &= L_1 N'''_1 \end{aligned}\right\} \text{ aber } \begin{aligned} M_2 &= -H_1 N'''_2 \\ M'_2 &= -J_1 N'''_2 \\ M''_2 &= -K_1 N'''_2 \\ M'''_2 &= -L_1 N'''_2 \end{aligned}$$

Folglich lauten die den Wurzeln g_1 und $g_2 = -g_1$ entsprechenden Teile der Lösung (15) für x und y:

$$(18)\qquad \begin{aligned} &\text{für } x\colon\ H_1 [N'''_1 \sin(g_1 t + \beta_1) - N'''_2 \sin(-g_1 t + \beta_2)] \\ &\text{für } y\colon\ E_1 [N'''_1 \cos(g_1 t + \beta_1) + N'''_2 \cos(-g_1 t + \beta_2)] \,, \end{aligned}$$

so daß jede Klammer, wenigstens scheinbar, noch 4 willkürliche Konstanten N'''_1, N'''_2, β_1 und β_2 enthält, die gesamte Lösung also 16 willkürliche Konstanten statt der nur erforderlichen 8 des Systems (9). Setzen wir aber jetzt

$$(19)\qquad \begin{aligned} N'''_1 \cos\beta_1 + N'''_2 \cos\beta_2 &= \mu_1 \cos\nu_1 \\ N'''_1 \sin\beta_1 - N'''_2 \sin\beta_2 &= \mu_1 \sin\nu_1 \,, \end{aligned}$$

so reduzieren sich die beiden Teile (18) für x und y auf:

$$(20)\qquad \begin{aligned} &\text{Teil in } x\colon\ H_1 \mu_1 \sin(g_1 t + \nu_1) \\ &\text{Teil in } y\colon\ E_1 \mu_1 \cos(g_1 t + \nu_1) \,, \end{aligned}$$

so daß also jeder Teil nur noch 2 willkürliche Konstanten μ_1 und ν_1 enthält. Folglich lautet die allgemeine Lösung des den Gleichungen (9) entsprechenden homogenen Systems:

$$
(21)\qquad
\begin{aligned}
x &= H_1\mu_1 \sin(g_1 t + \nu_1) + H_3\mu_3 \sin(g_3 t + \nu_3) + \dots \\
y &= E_1\mu_1 \cos(g_1 t + \nu_1) + E_3\mu_3 \cos(g_3 t + \nu_3) + \dots \\
x' &= H'_1\mu_1 \sin(g_1 t + \nu_1) + H'_3\mu_3 \sin(g_3 t + \nu_3) + \dots
\end{aligned}
$$

usw., wo jetzt die Größen $\mu_1, \nu_1, \mu_3, \nu_3, \mu_5, \nu_5, \mu_7$ und ν_7 als die 8 willkürlichen Integrationskonstanten des Problems zu betrachten sind, während die Koeffizienten H_1, E_1 usw. als gewisse Unterdeterminaten aus der Auflösung der Gleichungen (12) und der ersten 4 Gleichungen (11) zu bestimmen sind.

Zum Schluß bleibt noch die Hinzufügung einer partikulären Lösung des inhomogenen Systems (9) zu der Lösung (21), um damit endlich die allgemeine Lösung von (9) zu erhalten. Wir brauchen zu dem Zweck nur

$$
(22)\qquad
\begin{aligned}
x &= \Delta x \\
y &= \Delta y \\
x' &= \Delta x'
\end{aligned}
$$

usw. zu setzen und Δx, Δy, $\Delta x'$ usw. als Konstante zu betrachten. Dann ist

$$
\frac{d\Delta x}{dt} = \frac{d\Delta y}{dt} = \frac{d\Delta x'}{dt} = \dots = 0 ,
$$

und folglich gehen die Gleichungen (9) dann in die folgenden 8 linearen, inhomogenen Gleichungen zur Bestimmung der gesuchten partikulären Lösungen Δx, Δy, $\Delta x'$ usw. über:

$$
(23)\qquad
\left\{
\begin{aligned}
&(\boxed{0} + w - a_{0,1})\Delta y - ([0,1] - b_{0,1})\Delta y' - [0,2]\Delta y'' \\
&\qquad - [0,3]\Delta y''' = 0 \\
&-([1,0] - b_{1,0})\Delta y + (\boxed{1} + w - a_{1,0} - a_{1,2})\Delta y' - ([1,2] - b_{1,2})\Delta y'' \\
&\qquad - [1,3]\Delta y''' = 0 \\
&\quad -[2,0]\Delta y - ([2,1] - b_{2,1})\Delta y' + (\boxed{2} + w - a_{2,1})\Delta y'' \\
&\qquad - [2,3]\Delta y''' = 0 \\
&\quad -[3,0]\Delta y - [3,1]\Delta y' - [3,2]\Delta y'' \\
&\qquad + (\boxed{3} + w)\Delta y''' = 0 \\
&-(\boxed{0} + w + a_{0,1})\Delta x + ([0,1] + b_{0,1})\Delta x' + [0,2]\Delta x'' \\
&\qquad + [0,3]\Delta x''' = -\tfrac{1}{2} m' n F \\
&+([1,0] + b_{1,0})\Delta x - (\boxed{1} + w + a_{1,0} + a_{1,2})\Delta x' + ([1,2] + b_{1,2})\Delta x'' \\
&\qquad + [1,3]\Delta x''' = -\tfrac{1}{2} n'(m G - m'' F') \\
&\quad +[2,0]\Delta x + ([2,1] + b_{2,1})\cdot\Delta x' - (\boxed{2} + w + a_{2,1})\Delta x'' \\
&\qquad + [2,3]\Delta x''' = +\tfrac{1}{2} m' n'' G' \\
&\quad +[3,0]\Delta x + [3,1]\cdot\Delta x' + [3,2]\Delta x'' \\
&\qquad - (\boxed{3} + w)\Delta x''' = 0 .
\end{aligned}
\right.
$$

Da die ersten 4 Gleichungen nur $\Delta y, \Delta y', \Delta y''$ und $\Delta y'''$ enthalten, ferner homogen sind und die Determinante dieser 4 Gleichungen allgemein von 0 verschieden ist, so ist folglich $\Delta y = \Delta y' = \Delta y'' = \Delta y''' = 0$; dagegen folgen aus den letzten 4 Gleichungen (23), da sie inhomogen sind, von 0 verschiedene Werte für die Größen Δx, $\Delta x'$, $\Delta x''$ und $\Delta x'''$, die dann zu den Lösungen (21) für x, x', x'', x''' hinzuzufügen sind. Damit ist die allgemeine und strenge Lösung der Differentialgleichungen der 4 helleren Jupitermonde gewonnen. Die Rückkehr zu den Exzentrizitätsvariablen selbst geschieht mittels der aus den Beziehungen (7) folgenden Umkehrungen

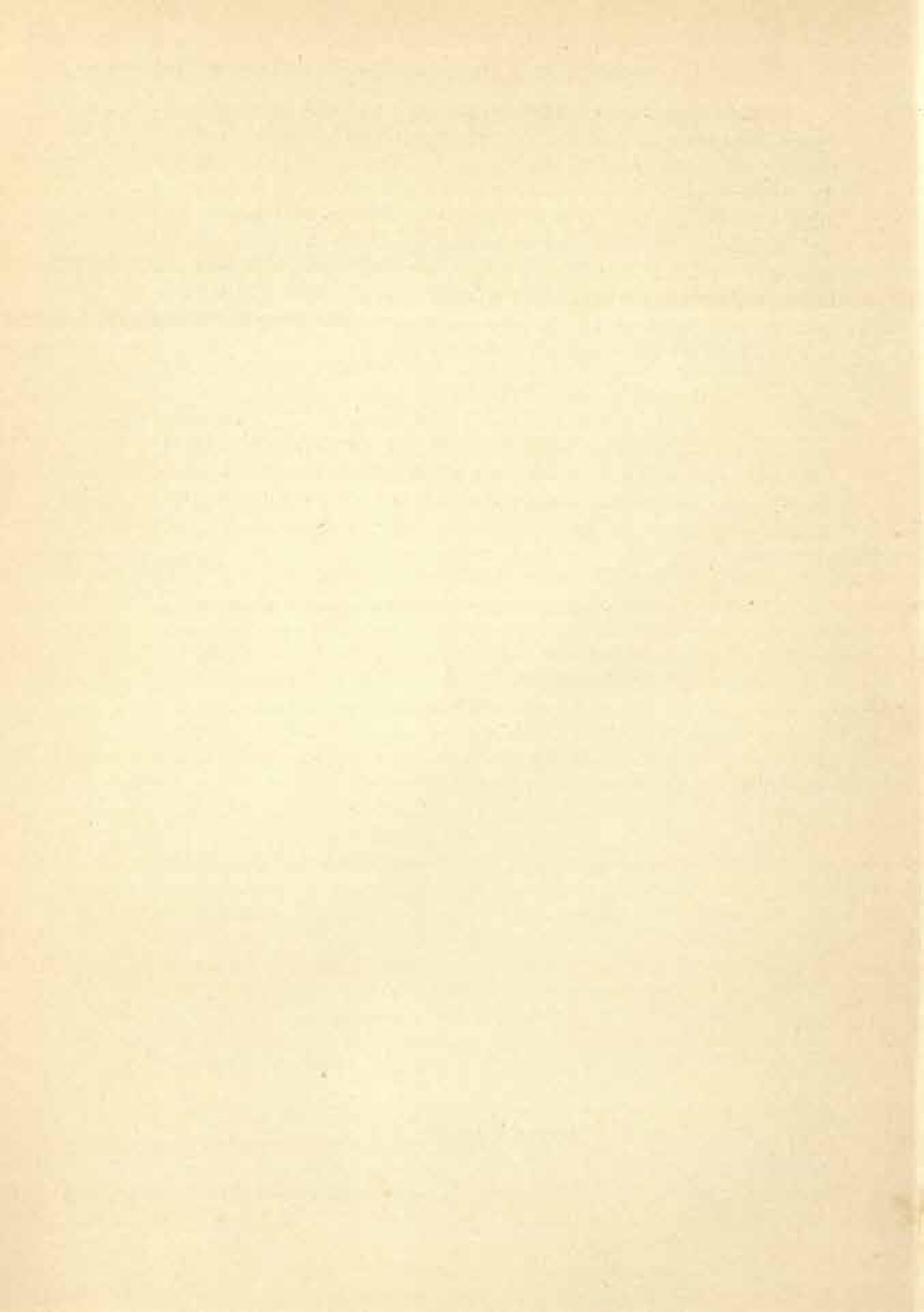
$$\begin{aligned} h &= x \sin u + y \cos u \\ k &= x \cos u - y \sin u \,. \end{aligned} \tag{24}$$

Die ganz analogen Lösungen gelten für die Neigungsvariablen, so daß es sich erübrigt, hierauf analytisch näher einzugehen.

Auf die numerische Lösung der Gleichungen komme ich später zurück.

Ausgegeben am 14. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1914.
XX.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

14. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Engler las: Über Herkunft, Alter und Verbreitung extremer xerothermer Pflanzen.

Die Verfolgung der Verwandtschaftsverhältnisse der extremen Xerothermen führt zu dem Ergebniss, dass für zahlreiche morphologische Eigenthümlichkeiten der Xerophyten Anfänge auch bei Pflanzen anderer Klimate vorkommen, ferner, dass dieselbe Gattung in verschiedenen Erdtheilen sich stark und mannigfach xeromorph ausbilden konnte, in anderen nicht, dass die Zahl extremer Xerophyten am grössten in Amerika und Afrika sei und dass zweifellos vielen Xerophyten wegen ihrer isolirten Stellung ein hohes Alter zugeschrieben werden muss.

2. Hr. Branca überreichte eine Arbeit des Hrn. Geheimen Obergraths Prof. Dr. Richard Lepsius in Darmstadt: »Die Höttinger Breccie bei Innsbruck in Tirol«.

Es hat sich gezeigt, dass die von Hrn. Penck vertretene Ansicht bezüglich der Lagerung der Grundmoräne unter der Höttinger Breccie die richtige ist.

Über Herkunft, Alter und Verbreitung extremer xerothermer Pflanzen.

Von A. Engler.

Die extremen Xerothermen, die Pflanzen, welche in den regenärmsten Gebieten der Erde sich noch erhalten können, regen nach zwei Richtungen zum eingehenderen Studium an.

1. stellen sie uns vor die Frage, wie sie bei ihrer Organisation imstande sind, unter den im allgemeinen der Pflanze nicht zuträglichen Verhältnissen lange andauernden Mangels der Wasserzufuhr, hoher Temperatur und häufig auch starken Temperaturwechsels sich zu erhalten und fortzupflanzen.

2. legen sie die Frage nach ihrer Herkunft nahe. Wir wünschen zu erfahren, ob sie in ihrer Nachbarschaft unter günstigeren Verhältnissen lebende nahe Verwandte besitzen oder ob sie gänzlich isoliert dastehen und vielleicht in anderen ariden oder xerothermen Ländern durch blutsverwandte Arten vertreten sind.

Die Fragen der ersten Kategorie sind im wesentlichen physiologische und haben in den letzten 30 Jahren mehrere Botaniker beschäftigt.

Die Fragen der zweiten Kategorie sind bei der Beschreibung und Klassifizierung der Xerothermen wohl auch gestreift, aber noch nicht im Zusammenhang behandelt worden. Es hat aber die Beantwortung dieser Fragen nicht nur das rein botanische Interesse, die Entstehung oft abenteuerlich erscheinender Formen auf allmähliche Umwandlung von Vorfahren, welche unter günstigeren Verhältnissen gelebt haben, zurückzuführen, sondern es ist damit auch ein allgemein erdgeschichtliches Problem verbunden, die Frage, ob in früheren Erdperioden vor der gegenwärtigen Konfiguration der Kontinente auch aride Gebiete existiert haben. Wenn nämlich alle Xerophyten sich auf hydrophytische oder hygrophytische oder subxerophytische Typen zurückführen lassen, welche jetzt noch existieren und welche namentlich in demselben Floren-

gebiet heimisch sind, dann spricht dies für eine Entwicklung dieser Formen in jüngeren geologischen Epochen und für ein geringeres Alter der ariden Gebiete. Wenn aber xerotherme Formen in größerer Zahl und namentlich aus einer größeren Zahl von Verwandtschaftskreisen sich in entfernteren Gebieten vorfinden, welche eine in der gegenwärtigen Periode erfolgte Zuwanderung aus dem einen Kontinent in den anderen ausschließen, dann spricht dies dafür, daß sie zu einer Zeit entstanden sind, in welcher die Konfiguration der Kontinente erheblich verschieden war und dafür, daß aride Gebiete auch in den älteren Perioden auf der Erde sich ausbreiteten.

Eine übersichtliche Zusammenstellung der xerophytischen Lebensformen nach Erdteilen und natürlicher Verwandtschaft soll dazu beitragen, diese Fragen zu beantworten.

In meine Übersicht der im xerophytischen Klima vorkommenden Lebensformen habe ich nicht nur Arten aufgenommen, welche in den tropischen und subtropischen Steppen- und Wüstengebieten sich erhalten, sondern auch solche, welche im subxerophytischen Klima in der Gestaltung der Vegetationsorgane Anfänge einer Entwicklung zeigen, die bei den extrem xerophilen Pflanzen ganz besonders zum Ausdruck kommt. Auch sind Pflanzen regen- und nebelreicher Formationen berücksichtigt, welche als Epiphyten ähnliche Ausbildung ihrer Organe erfahren, wie sie bei extremen Xerothermen vorkommt.

Dagegen habe ich nur wenig herangezogen oder ganz unberücksichtigt gelassen alle Baum- und Strauchformen, welche in den Steppen- und Wüstengebieten nur noch dort gedeihen, wo reichlich Grundwasser vorhanden ist. Es kommen aber auch in den xerophytischen Formationen Baum- und Strauchformen vor, sowie Stauden und Kräuter, welche mit denen nicht xerophiler Formationen verwandt sind und sich von diesen vegetativ nur durch kleinere und stärker behaarte Blätter sowie auch durch geringere Höhe unterscheiden, Eigentümlichkeiten, welche sich ohne weiteres aus einer kürzer bemessenen Vegetationsperiode und geringeren Niederschlagsmenge verstehen lassen. Alle diese mikrophyllen Formen aufzuzählen hätte zu weit geführt, doch sind einige Beispiele genannt.

Recht zahlreich sind in allen Wüsten- und Steppengebieten Halbsträucher mit aufrechten oder abstehenden Ästen, mit bescheidenen aber doch nicht auffallend kleinen und auch ziemlich gleichmäßig verteilten Blattflächen, welche durch mannigfache hier nicht zu erörternde anatomische Eigentümlichkeiten so organisiert sind, daß sie zur Zeit andauernder Trockenheit der Luft nur wenig verdunsten, während sie in der Regenzeit ihre Sproßanlagen schnell zu kräftig assimilierenden Organen entwickeln. Diese in den Steppen sehr zahlreichen Arten gehören zum

Teil Gattungen an, welche den einzelnen Florengebieten eigentümlich sind, werden aber übergangen, wenn sich nicht extreme Xerothermen an sie anschließen oder andere Gründe ihre Erwähnung wünschenswert erscheinen lassen.

Die in Wüsten und Halbwüsten (Wüstensteppen) nicht selten und oft mit großer Zahl von Individuen auftretenden annuellen, von Volkens sehr passend als »Ephemere« bezeichneten Pflanzen sind nicht berücksichtigt, wenn sie nicht Merkmale zeigen, welche dem Wüstenklima entsprechen. Im anderen Fall sind es eben Pflanzen, welche unter dem Einfluß einer kurzen Regenperiode ihre Entwicklung beginnen und abschließen. Auch habe ich bei dieser Untersuchung die xerophytischen Hochgebirgsformen unerwähnt gelassen, da sowohl für die Erklärung ihrer Entwicklung wie auch ihrer Verbreitung noch andere Faktoren als bei den Wüsten- und Steppenpflanzen unterer Regionen in Betracht kommen.

Als unmittelbare Folge des niederschlagarmen und zugleich warmen Klimas können wir zunächst ansehen alle Einschränkungen oder Reduktionserscheinungen in der Ausbildung der oberirdischen Vegetationsorgane, viele Verkümmerungen von Stengeln und Blättern, teilweise oder gänzliche Verdornung derselben. Es sind daher in der Übersicht nach den mikrophyllen Bäumen und Sträuchern sowie nach den Zwergbäumen und polsterförmigen Steppen- und Wüstenpflanzen, welche den direkten Einfluß des ariden Klimas zum Ausdruck bringen, die verschiedenen Arten der Verdornung möglichst vollständig berücksichtigt worden. Eine andere der Verdornung bis zum gewissen Grade entsprechende und bei Xerophyten vorkommende, in allen Klimaten Australiens, aber auch auf den Inseln des Stillen Ozeans wahrzunehmende, daher nicht ohne weiteres als xeromorph aufzufassende Bildung ist die phyllodine. Daran schließen sich die Ruten- und Besenpflanzen, erstere mit geringer, letztere mit reicherer Verzweigung, in beiden Fällen aber mit Ausbildung längerer Internodien und kleiner Blattflächen, entsprechend einem kräftigen Wachstum in kurzer Regenzeit. Aber zusammen mit solchen Ruten- und Besenstauden treten auch andere Pflanzen mit reicher Verzweigung und Ausbildung größerer der Verdunstung widerstehenden Blattflächen auf, wie die Loasacee *Kissenia* und die Hydrophyllacee *Codon*. Ferner sind Gliederpflanzen mit fast vollständiger Verkümmerung der Blätter und scharfer Gliederung des mehr oder weniger fleischigen Stengels extreme Xerophyten, welche oft auf große Strecken hin allein herrschend auftreten; aber es gibt noch andere anatomisch abweichende Typen von Gliederpflanzen, die als Halophyten eine Rolle spielen und zum Teil in Salzwüsten übergehen können. Außer diesen kennen wir noch epiphytische Gliederpflanzen, die außer-

halb der Wüsten- und Steppengebiete in den tropischen Regenwäldern und Nebelwäldern vorkommen und dabei doch nur wenig Feuchtigkeit aufnehmen und abgeben, da ihre oberflächlichen Wurzeln nur wenig in das Substrat eindringen.

Während an den bis jetzt hervorgehobenen Xerothermen die Reduktion besonders hervortritt, fallen bekanntlich andere durch starke Anschwellung einzelner Organe zu Wasser oder Nährstoffe speichernden Gebilden auf. Zunächst gibt es unter den Xerothermen zahlreiche Pflanzen mit knolligen oder rübenförmig angeschwollenen Wurzeln. An diese knollenwurzeligen Pflanzen schließen sich die knollenstämmigen Gewächse an, einmal solche mit unterirdischer Knolle, dann solche mit oberirdischer Knolle, wie sie fast nur in xerophytischen Gebieten vorkommen. Von diesen Knollengewächsen kommen wir zu den schwach holzigen oder succulenten dickstämmigen Bäumen mit großer oder kleiner Krone. Mehrere xerotherme Bäume und Sträucher mit nicht succulentem oder schwach succulentem Stamm zeichnen sich durch papierartige Borke aus. Während bei diesen Pflanzen die Blätter nicht succulent sind, ist dies bei den folgenden der Fall, und wir unterscheiden einige Typen von Blattsucculenten, Holosucculenten mit fleischigem Stamm und fleischigen Blättern, endlich Stammsucculenten mit kurzlebigen, welkenden oder abfälligen Blättern oder auch mit verdornenden, nur als kurze Spitzchen hervortretenden Blättern. Eine besonders eigenartige Lebensform, die sich an die letztgenannten Gruppen anschließt, vertreten die in der Rinde reichlich Wachs oder Harz ausscheidenden Bäumchen, Sträucher und Halbsträucher.

Die erste Spalte der Übersicht enthält nur Pflanzen Amerikas, die zweite solche aus Afrika, Madagaskar und dem an Nordafrika sich anschließenden Mediterrangebiet, die dritte Pflanzen Asiens und Australiens.

Von den angewandten Signaturen bedeutet X xerophytisch (zugleich xerotherm), Sx subxerophytisch, Hd hydrophytisch, Hg hygrophytisch, Hl halophytisch. Sind diese Zeichen durch Striche verbunden, so wird damit ausgesprochen, daß bei der zitierten Gattung verschiedene den Zeichen entsprechende Lebensformen vorkommen.

o (Null) bedeutet, daß die angeführte Pflanze zu keiner anderen jetzt lebenden Pflanze in naher verwandtschaftlicher Beziehung steht. Angaben über extratropische Xerophyten oder über Subxerophyten, welche des Vergleiches halber angeführt sind, stehen in Klammern [ ].

A. Einschränkung der Vegetationsorgane.

a. Mikrophylle oder kleinblättrige Hartlaubbäume oder -sträucher.

(Ausgeschlossen sind die zahlreichen subxerophytischen Steppen- und Felsensträucher.)

	Myrothamnaceae.	
	X *Myrothamnus.* — Südafrika, Madagaskar.	
	Zygophyllaceae.	
X *Larrea.* — Colorado, Texas, Mexiko, Argentinien. X *Pintoa.* — Nördl. Chile, Atacama.		
	Simarubaceae.	
	Harrisonia abyssinica OLIV. zeigt verschiedene Abstufungen der Kleinblättrigkeit in den Steppengebieten Ost- und Zentralafrikas. — X — Sx. [H. *occidentalis* ENGL. subxerophile Unterart der Goldküste mit größeren Fiederblättchen.]	[*Harrisonia.* — Monsungebiet. — Subxerophile Arten mit größeren Fiederblättchen.] — Sx.

b. Mikrophylle oder kleinblättrige laubwerfende Bäume oder Sträucher.

(Auch Bäume mit gefiederten Blättern, bei denen die Fiederblättchen sehr klein bleiben.)

	Leguminosae.	
Parkinsonia aculeata L. — Nordamerika, Arizona, Californien, Texas, subxerophil und hydrophil. — Sx — Hd. X *Parkinsonia microphylla* TORR. Buschsteppenprovinz des zentralen mexikanischen Xerophytengebietes.	X *Parkinsonia africana* SOND. — Südafrika, Südwestafrika.	
	Zygophyllaceae.	
	X *Sisyndite spartea* E. MEY., Namaland, Karroo. Nur entfernt verwandt mit *Tribulus* (Sx).	
	Burseraceae.	
Bursera. — Trop. und subtrop. Amerika von Columbien bis Mexiko. — X — Sx — Hd. Zeigt dieselben Abstufungen wie *Commiphora* in der alten Welt.	*Commiphora.* — Trop. und subtrop. Afrika ausschl. südwestl. Kapland. — X — Sx — Hd. Von hydrophilen großblättrigen Arten zahlreiche Abstufungen zur Mikrophyllie.	X *Commiphora.* — Vorderindien.
	Boswellia. — Trop. Afrika. — X — Sx.	*Boswellia.* — Vorderindien. — X — Sx.

c. Dichthaarige Bäume, Sträucher, Halbsträucher und Stauden

(Einschränkung des Haarabwerfens).

Xerophytische und subxerophytische Steppen- und Felsensträucher usw. aus den Familien der *Commelinaceae*, *Velloziaceae*, *Amaryllidaceae-Hypoxideae*, *Amarantaceae*, *Aizoaceae*, *Zygophyllaceae*, *Burseraceae*, *Malvaceae*, *Combretaceae*, *Convolvulaceae*, *Verbenaceae*, *Labiatae*, *Solanaceae*, *Compositae*. — Verwandte subxerophytische oder auch hydrophytische Arten mit viel schwächerer Behaarung.

d. Bäume und Sträucher mit dicht stehenden Schuppenblättern (an dünnen Zweigen).

	Tamaricaceae.	
	Tamarix. — Trop. und subtrop. Afrika, Mediterrangebiet. — X — Sx — Hd.	*Tamarix.* — Mediterrangebiet, Centralasien. — X — Sx — Hd.

e. Zwergbäumchen mit verkürzten Internodien (andere zugleich Succulenten).

	Moraceae.	
	X *Dorstenia crispa* Engl., Somalland. Andere krautige Arten X — Sx — Hg.	
	Portulacaceae.	
	X *Anacampseros ustulata* Mey., Karroo. Andere succulentblättrige und polsterbildende Arten X — Sx.	
	Compositae.	
X *Parthenium argentatum* Asa Gray, Hochland von Mexiko.	X *Othonna graveolens* O. Hoffm., Deutsch-Südwestafrika, Lüderitzbucht. Viele krautige und halbstrauchige Arten Sx.	

f. Bäumchen mit von Blattscheidenresten bedeckten Stämmen.

	Cyperaceae.	
	X *Schoenodendron Bücheri* Engl., trockene Felsen in Kamerun.	
	Velloziaceae.	
Vellozia. — Südbrasilien. — X — Sx. *Barbacenia.* — Südbrasilien. — X — Sx.	*Barbacenia.* — Trop. und subtrop. Afrika, Madagaskar; Mauritius. — X — Sx.	

g. Rasige oder auch Polster bildende Stauden, welche von Blattscheiden oder Blattresten bedeckt sind.

Chenopodiaceae.

X *Anabasis aretioides* Moq. et Coss., Sahara.

Andere Arten der Gattung halophile Gliedersträucher. — Hl.

Aizoaceae.

X *Mesembrianthemum Marlothii* Pax, Namib in Deutsch-Südwestafrika.

Portulacaceae.

X *Anacampseros papyracea* E. Mey., Karroo.

X *A. quinaria* E. Mey., Kapland bis Damaraland. Einige Arten auch Sx.

h. Dornästige Bäume, Sträucher und Halbsträucher.

	Olacaceae.	
[*Ximenia americana* L., trop. Amerika; *X. coriacea* Engl., Brasilien; *X. parviflora* Benth., Mexiko.] — Sx.	[*Ximenia americana* L. und andere, Afrika.] — Sx — X.	[*Ximenia americana* L., trop. Asien; *X. elliptica* Forst. Neukaledonien.] — Sx.
	Polygonaceae.	
	[X *Atraphaxis.* — Nordafrika.] Extratropisch, entfernt verwandt mit den *Polygoneae*, diese Sx — Hd.	[X *Atraphaxis.* — Westl. Centralasien.]
	Chenopodiaceae.	
	[X *Noaea mucronata* (Forsk.) Aschers. et Schweinfth., afrikanisch-indisches Wüstengebiet.] Verwandte halophile Gliederpflanzen. — Hl.	[X *Noaea mucronata* (Forsk.) Aschers. et Schweinfth., West- und Centralasien.]
[*Sarcobatus vermiculatus* Torr., westl. Präriengebiet und Great Basin. — X — Sx.] Ziemlich isoliert stehend.		[Hl *Chenopodium nitrariaceum* F. v. Muell., Australien.] [Hl *Rhagodia spinescens* RBr., Australien.]
	Amarantaceae.	
	X *Sericorema sericeum* (Schinz) Lopriore. — Südwestafrika. Andere Arten X — Sx.	

Nyctaginaceae.

X *Pharoptilon spinosum* Radlk., Deutsch-Südwestafrika. — o.

Sehr isoliert, in einigen Blütenmerkmalen mit der habituell gänzlich verschieden andinen Gattung *Colignonia* übereinstimmend, zu der anderen xerophytischen in Afrika vertretenen Gattung *Boerhavia* ohne jede nähere Beziehung.

Menispermaceae.

X *Cocculus Balfourii* Schweinfth., Socotra. Andere Arten habituell sehr verschieden, X — Sx — Hg.

X *Antizoma capensis* (L. fil.) Diels, Südwestafrika. Verwandt mit der pantropischen Gattung *Cissampelos* (X — Sx — Hg).

Capparidaceae.

X *Capparis decidua* (Forsk.) Pax, Sahara. Andere Arten X — Sx.

X *Boscia foetida* Schinz, Deutsch-Südwestafrika. Andere Arten X — Sx.

Cruciferae.

[X *Zilla spinosa* (L.) Prantl und *Z. macroptera* Coss., Mediterrane Sahara.] Verwandte Gattungen (*Sinapeae* — *Vellinae*) im Mediterrangebiet X — Sx.

Pittosporaceae.

X *Citriobatus.* — Südwestaustralien. Verwandt mit der australischen Gattung *Billardiera.* — Sx.

Leguminosae.

Prosopis juliflora DC. — Texas bis Arizona und Südcalifornien. — X — Sx.

P. panta Hieron., *P. nigra* Hieron. u. a. in Argentinien. — X — Sx. S. auch dornige Bäume mit verdornten Nebenblättern.

[*Prosopis oblonga* Benth. im Sudan subxerophil und ohne Dornen. — Sx.]

Podalyrieae. [*Pickeringia.* — Californien. — Sx.]	*Genisteae.* *Lebeckia.* — Südafrika. — X — Sx. *Aspalathus.* — Südafrika. — X — Sx. [*Genista. Sect. Echinospartum.* — Mittelmeergebiet. — Sx.]	*Podalyrieae.* *Jacksonia.* — Westaustralien. — X — Sx. *Bossiaea microphylla* Sx. und *B. pedunculari*s *Turcz.* — Südostaustralien. — Sx.
	Zygophyllaceae.	
Porlieria. — Mexiko, Andines Südamerika. — X — Sx.	X *Neolüderitzia sericeocarpa* Schinz mit noch sehr kleinen axillären Dornen. Nur sehr entfernt verwandt mit *Tribulus* (X — Sx).	
	Nitraria retusa (Forsk.) Aschers. — Senegambien bis Palästina. — X — Sx.	*Nitraria retusa* (Forsk.) Aschers. — Westasien. — X — Sx. *N. Schoberi* L. — Südrußland bis Mongolei und bis Beludschistan sowie auch noch in Australien. — X — Sx.
	Balanites. — Trop. und östl. subtrop. Afrika. — X — Sx — Hg.	*Balanites.* — Vorderindien bis Birma. — X — Sx.
	Simarubaceae.	
Castela. — Central- und Südamerika. — X — Sx. [X *Holacantha Emoryi* A. Gray. — Arizona, Neu-Mexiko.] Verwandt mit voriger Gattung.		
	Burseraceae.	
Bursera. — Centralamerika. — X — Sx.	*Commiphora.* — Trop. Afrika. — X — Sx — Hd. *Boswellia.* — Trop. Afrika. — X — Sx.	X *Commiphora.* — Vorderindien.
	Meliaceae.	
	X *Aitonia capensis* Thunb., Karroo, Namaland. — o. — Nähere Verwandte nicht bekannt.	
	Polygalaceae.	
[*Bredemeyera colletioides* (Phil.) Chod. u. a., Chile und Argentinien. — Sx.] [*Polygala Bennettii* Chod. — Südbrasilien. — Sx.]	*Mundtia*, z. B. *M. spinosa* DC. — X — Sx.	

	Euphorbiaceae.	
	Euphorbia Sect. *Euphorbium* BENTH., Subsect. *Lyciopsis* BOISS.	
	E. cuneata VAHL, Ostafrika, Abyssinien. — X — Sx.	*E. cuneata* VAHL, Arabien. — X — Sx.
	E. Gürichiana PAX. Damaraland. — X — Sx.	
	E. Sect. *Euphorbium* Subsect. *Treisia.*	
	X *E. cereiformis* L., *E. mammillaris* L., *E. heptagona* L., *E. polygona* L. Südöstl. Kapland; Verdornung ganzer Sproßanlagen.	
	Verwandte Arten auch Sx.	
	E. stenoclada BAILL., *E. cirsioides* COST. et GALL., West-Madagaskar.	
	Anacardiaceae.	
Schinus Untergatt. *Duvaua.* — Südbrasilien, Argentinien, Chile bis Peru. — X — Sx — Hg.	*Rhus* Sect. *Gerontogeae.* — Karroo, Namaland. Z. B. *Rh. longispina* ECKL. et ZEYH. — [*Rh. oxyacantha* CAV., Makaronesien durch Nordafrika bis Syrien.] — X — Sx.	
	Celastraceae.	
Gymnosporia Untergatt. *Eugymnosporia.* — Argentinien. — X — Sx.	*Gymnosporia* Untergatt. *Eugymnosporia.* — Madagaskar, trop. und subtrop. Afrika, auch Spanien, z. B. *G. buxifolia* (L.) SZYSZ. von Spanien bis Südafrika. — X — Sx.	*Gymnosporia* Untergatt. *Eugymnosporia.* — *G. buxifolia* (L.) SZYSZ. von Vorderindien bis Australien. — X — Sx.
[*Glossopetalum spinescens* ASA GRAY, Texas, Neu-Mexiko. — X — Sx.]	[*Putterlickia.* — Kapland. — Sx.]	
	Sapindaceae.	
	X *Didierea.* — Madagaskar. — o — Ohne Anschluß an andere Gattungen.	[*Stocksia brahuica* BENTH., Persien bis Afghanistan, verwandt mit der ostasiatischen *Koelreuteria.* — X — Sx.]
	Rhamnaceae.	
[*Scutia.* — Südbrasilien. — Sx.]	[*Scutia indica* BRONGN. — Trop. und Südafrika. — Sx.]	[*Scutia indica* BRONGN. — Trop. Asien. — Sx].
	[*Rhamnus*, Untergatt. *Eurhamnus. Sect. Cervispina.* — Südl. Mittelmeergebiet. — Sx.]	[*Rhamnus*, Untergatt. *Eurhamnus, Sect. Cervispina.* — Vorderasien bis China. — Sx.]
		[*Cryptandra.* — Extratrop. Australien. — Sx.]
Colletieae.		
X *Talguenea, Trevoa, Retanilla.* — Andines Südamerika.		

Rhamnaceae.

Discaria longispina (Hook.) Miers, Argentinien; *D. Doniana* (Gay) Benth. et Hook. f., chilenische Anden; *D. febrifuga* Mart., Brasilien. *Colletia*. — Extratrop. Südamerika. — X — Sx.

Discaria australis Hook., Australien, *D. toumatou* Raoul, Neuseeland. — X — Sx.

Flacourtiaceae.

[*Oncoba spinosa* Forsk., Ostafrika bis Natal, Centralafrika, Angola; *O. brachyanthera* Oliv., Oberguinea. — Sx — Hg.]

[*Scolopia*. — Trop. Afrika. — Sx — Hg.]

[*Scolopia*. — Trop. Asien bis Australien. — Sx — Hg.]

[*Myroxylon*. — Trop. Amerika. — Sx — Hg.]

[*Myroxylon*. — Vorderindien und Monsungebiet. — Sx — Hg.]

[*Flacourtia ramontchi* L'Hér., Madagaskar, Ostafrika. — Sx — Hg.]

[*Flacourtia ramontchi* L'Hér., trop. Asien. — Sx. — Hg.]

[*Xylosma longifolium* Clos, Vorderindien. — Sx.]

[*Doryalis*. — Trop. Afrika, Südafrika. — Sx — Hg.]

Passifloraceae.

X *Adenia globosa* Engl., Massaisteppe; *A. Pechuelii* Engl. (Harms), Namib im Damaraland.

Andere Arten X — Sx — Hg.

Combretaceae.

X *Terminalia spinosa* Engl., Ostafrika; *T. bispinosa* Schweinfth. et Volk, Somalland (verdornte Achselsprosse). — Andere Arten Sx — Hg.

[*Combretum imberbe* Wawra var. *Petersii* (Klotzsch) Engl. et Diels, unterer Sambesibezirk, Benguella und nördliches Hereroland; *C. primigenum* Marloth et Engl. Sx. Zahlreiche andere Arten Sx — Hg.]

	Sapotaceae.	
[*Bumelia.* — Atlantisches Amerika, Südamerika. — Sx — Hg.]	X *Argania sideroxylon* ROEM. et SCHULT., südwestl. Marokko. [*Sideroxylon oxyacantha* BAILL., Eritrea, Abyssinien. — Sx. — Andere Arten Sx — Hd — Hg.]	
	Convolvulaceae.	
	X *Convolvulus Forskalii* DEL. und *C. hystrix* VAHL, Aegyptisch-arabische Wüste. — Andere Arten Sx. X *Hildebrandtia.* — Nordostafrika. — o. — Nähere Verwandte nicht bekannt. X *Cladostigma.* — Nordostafrika. — o. — Nähere Verwandte nicht bekannt.	
	Solanaceae.	
[*Grabowskia.* — Brasilien, Peru. — Sx.] *Lycium.* — Subtrop. Amerika, Argentinien, Chile, Nordamerika. — X — Sx. *Acnistus.* — Brasilien, Peru, Mexiko. — X — Sx.	X *Lycium.* — Nord- und Südafrika.	X *Lycium.* — Arabien, nordwestl. Indien.
	Bignoniaceae.	
	X *Catophractes.* — Südwestafrika. — o. X *Rhigozum.* — Südafrika. — o. — Beide ohne nähere Beziehung zu jetzt lebenden Gattungen mit ursprünglichem Blütentypus.	
	Goodeniaceae.	
		X *Scaevola spinescens* RBR. — Westaustralien, Eremaea. — [Andere Arten Sx — Hl.]
	Rubiaceae.	
[*Scolosanthus versicolor* VAHL, Westindien. — Hg.].		[*Damnacanthus.* — Ostasien. — Hg.].
	Compositae.	
[*Proustia.* — Peru bis Argentinien. — Sx.].	X *Tripteris.* — Südafrika. Andere Arten Sx.	

i. Dornige Bäume und Sträucher mit verdornten Infloreszenzzweigen.

	Liliaceae.	
	Asparagus. — Trop. und subtrop. Afrika, Mediterrangebiet. — Mehrere Arten. — X — Sx.	*Asparagus.* — Vorderindien. — X — Sx.
	Aizoaceae.	
	X *Mesembrianthemum spinosum* L. und *M. spinescens* Pax. — Südafrika. — Andere Arten X — Sx.	
	Crassulaceae.	
	Cotyledon reticulata Thunb. — Karroo.	
	Geraniaceae.	
	X *Pelargonium munitum* Burch., Karroo. — Andere Arten X — Sx.	
	Euphorbiaceae.	
	X *Euphorbia hystrix* Jacq., Steinsteppe des Roggeveld im Kapland; *E. enopla* Boiss., Karroo; igelartige Büsche; *E. isaloensis* Drake, westl. Madagaskar. — Andere Arten X — Sx.	
	Sapindaceae.	
[*Cardiospermum spinosum* Radlk., Californien. — X — Sx.]		
	Apocynaceae.	
	[*Carissa edulis* Vahl, trop. und subtrop. Afrika. — Sx.]	[*Carissa edulis* Vahl, trop. Asien bis Timor. — *C. inermis* Vahl, Vorderasien. — Sx.]
	Verbenaceae.	
	Clerodendron spinescens (Oliv.) Gürke, Zentral- und Südwestafrika. — Blütenstiele verdornt. — X — Sx. [Andere Arten Sx — Hg.]	

k. Dornblättrige Bäume, Sträucher und Kräuter mit Verdornung ganzer Blätter.

	Proteaceae.	*Hakea Brookeana* F. v. Müll., *H. dolichostila* Diels u. a., Westaustralien. — X — Sx.
X *Tetraglochin strictum* Kunze. — Peru, nördl. Chile. — o. X *Margyricarpus alatus* Gill., Argentinien; *M. setosus* Ruiz et Pav., Peru. — o. Beide nur entfernt verwandt mit *Sanguisorba* und *Polylepis* (Sx).	*Rosaceae.*	
	Rutaceae. [*Limonia*. — Trop. Westafrika. — Sx — Hg.]	[*Citrus*. — Vorderindien, Monsungebiet. — Sx — Hg.]
	Salvadoraceae. X *Azima*. — Ostafrika, Südwestafrika. — o. Andere Gattungen der Familie von dieser erheblich verschieden.	X *Azima*. — Vorderindien. — o.
X *Fouquieria*. — Mexiko, Texas, Californien. — o. Ziemlich isolierte Familie.	*Fouquieriaceae.*	
Die meisten *Cactaceae* unter der Annahme, daß die bei ihnen auftretenden stacheligen und borstigen Gebilde als metamorphosierte Blätter, also als Dornen, anzusehen sind. Die dagegen zu erhebenden Bedenken findet man in Schumanns Bearbeitung der *Cactaceae* in Engler und Prantl, Nat. Pflanzenfam. III. 6a, S. 159. 160. — X — Sx.	*Cactaceae.*	
	Apocynaceae. *Pachypodium*. — Südwest- und Südafrika, Madagaskar. — X — Sx. (Blätter der Achselsprosse verdornt.)	
	Asclepiadaceae. X *Hoodia*. — Südafrika. — o. X *Decabelone*. — Südwestafrika. — o. Entfernt verwandt mit *Frerea* (Sx).	

	Pedaliaceae.	
	X *Sesamothamnus.* — Nordostafrika bis Angola. — o. X *Sigmatosiphon.* — Südwestafrika, Kalahari. Mit voriger Gattung verwandt.	
	Acanthaceae.	
	X *Blepharis* Sect. *Acanthodium* Del. — Trop. und subtrop. Afrika.	
	Compositae.	
[*Chuquiragua.* — Patagonien bis Ecuador. — X — Sx.] [*Barnadesia rosea* Lindl., Central- und Ostbrasilien. — Sx.]	X *Hoplophyllum spinosum* DC., Karroo. Verwandt mit *Vernonia*, eine zweite Art *H. ferox* Sond. mit teilweiser Verdornung.	

I. Dornblättrige Bäume, Sträucher und Kräuter mit Verdornung der Blattspitzen oder Blattabschnitte oder Entwicklung dorniger Anhänge.

	Gramineae.	
Stipa chrysophylla E. Desv. Nördliches Chile. — X — Sx.	[X *Stipa tenacissima* L., Mittelmeergebiet.] X *Aristida pungens* Desf., Sahara, nordafrikanisch-indisches Wüstengebiet. X Mehrere Arten der Namib des Damaralandes und Namalandes, insbesondere *A. namaquensis* (Nees) Trin. et Rupr., *A. lutescens* (Nees) Trin. et Rupr. *var. Marlothii* (Hack.) Stapf, *A. sabulicola* Pilger u. a. Andere Arten Sx. X *Diplachne pungens* Hack., Namib des Damaralandes; *D. paucinervis* (Nees) Stapf, Namaland. Andere Arten Sx. X *Eragrostis spinosa* (L.) Trin. Namib des Nama- und Damaralandes, westl. Kapland, Karroo; *E. cyperoides* (Thunb.) P. Beauv., westl. Kapland, Namaland. Andere Arten Sx.	[*Spinifex squarrosus* L. Küsten Vorderindiens und des Monsungebietes. — Sx.]

[*Pritchardia filifera* Linden, Südcalifornien und Arizona] — Sx. [*Erythea.* — Südcalifornien. — Sx.]	***Palmae.*** (*Phoenix* und *Hyphaene* sind wegen der Beanspruchung von Grundwasser mehr hydrophil.)	
X *Hechtia.* — Mexiko. X *Encholirion.* — Brasilien. X *Dyckia.* — Brasilien. X *Puya.* — Peru, z. B. *P.* (*Pourretia*) *gigantea* Raimondi, Peru. — Die Gruppe der *Puyeae* mit obigen 4 Gattungen schließt sich an keine andere enger an. Die übrigen *Bromeliaceae* sind X — Sx — Hg.	***Bromeliaceae.***	
	Liliaceae. *Aloe.* (Siehe auch Blattsucculenten und succulente Dickstammpflanzen.) Trop. und subtrop. Afrika. — X — Sx.	[*Johnsonia.* — Südwestaustralien. — Sx.] [*Dasypogon.* — Südwestaustralien. — Sx.] *Xanthorrhoea.* — Süd- und Westaustralien. — X — Sx — Hd. [*Kingia australis* RBr., Westaustralien. — Sx.]
X *Yucca arborescens* Torr., bis 13 m hoher Baum, Südwestutah, Nordostarizona, Mohavewüste. X *Y. mohavensis* Sargent, 5 m hoher Baum, Mohavewüste, auch Südnevada, Nordwestarizona, Südcalifornien. Andere Arten X — Sx. (*Y. aloefolia* L., Westindien bis Nordkarolinen).	X *Dracaena draco* L., Makaronesien; *D. cinnabari* Balf. f., Socotra; *D. schizantha* Bak., Somalland. Andere Arten Sx — Hg — Hd. *Sansevieria.* — Trop. und subtrop. Afrika. — X — Sx.	*Sansevieria.* — Vorderindien. — Sx.
Nolina (siehe auch knollenstämmige Gewächse mit oberirdischer kugeliger Knolle). — Centralamerika und Übergang zwischen Sonoraprovinz und Californien sowie südl. Rocky Mountains. — X — Sx. *Dasylirion.* — Centralamerika und südl. Rocky Mountains. — X — Sx.		

	Liliaceae.	
	Asparagus. (Siehe auch Dornbäume und Sträucher mit verdornten Inflorescenzzweigen). — Makaronesien. Trop. und subtrop. Afrika. — X — Sx.	*Asparagus*, Vorderindien. — X — Sx.
	Amaryllidaceae.	
Agave (siehe auch succulentblättrige Gewächse). — Centralamerika und Übergang der Sonoraprovinz zu den südl. Rocky Mountains. — X — Sx.		[*Doryanthes*. — Ostaustralien. — Sx.]
Beschorneria. — Centralamerika. — X — Sx.		
Fourcroya. — Centralamerika. — X — Sx.		
	Aizoaceae.	
	Mesembrianthemum namibense Marloth, Namib von Deutsch-Südwestafrika. — X — Sx.	
	Simarubaceae.	
	Harrisonia abyssinica Oliv., Ost- und Centralafrika. — Verdornung der unteren Blattfiedern. — X — Sx.	[*Harrisonia*. — Monsungebiet. — Subxerophile Arten mit größeren Fiederblättchen. — Sx.]
	Verbenaceae.	
Verbena Sect. I. *Verbenaca* §. *Pungentes*. — Anden von Peru bis Chile und Argentinien; z. B. *V. caespitosa* Gill. et Hook, Chile; *V. erinacea* Gill. et Hook, Argentinien. — X — Sx.		

m. Dornige Bäume, Sträucher und Kräuter mit verdornten Nebenblättern.

	Leguminosae.	
Acacia Sect. *Gummiferae.* §. *Summibracteatae.*	*Acacia* Sect. *Gummiferae.* §. *Summibracteatae.*	[*Acacia* Sect. *Gummiferae.*]
[*A. Farnesiana* Willd., Westindien. — Sx.]	[*A. giraffae* Willd., Südafrika. *A. haematoxylon* Willd., Südafrika. — Sx — Hd.]	
§. *Mediobracteatae.*	§. *Mediobracteatae.*	§. *Mediobracteatae.*
[*A. constricta* Benth., Mexiko, Texas; *A. Schottii* Torr., Mexiko. — Sx.]	[Mehrere Arten, z. B. *A. spirocarpa* Hochst., *A. tortilis* Hayne, *A. arabica* Willd., *A. horrida* Willd. Trop. Afrika, Südafrika. — Sx.]	[*A. arabia* Willd., Vorderindien, *A. leucophloea* Willd., Vorderindien, Birma, Indischer Archipel. — Sx.]

	Leguminosae.	
§. *Basibracteatae.* [*A. sphaerocephala* CHAM. et SCHLECHTDL., Centralamerika, *A. spadicigera* CHAM. et SCHLECHTDL. u. a., Centralamerika.] — Sx — Hg.	§. *Basibracteatae.* [*A. albida* DELILE. Trop. und südl. Afrika. — Sx — Hd.]	§. *Basibracteatae.* [*A. latronum* (L.) WILLD., Vorderindien. — Sx.]
	Viele Arten sind wegen der Beanspruchung von Grundwasser trotz der durch die Trockenheit der Luft bedingten xerophilen Ausbildung hydrophil.	
Prosopis strombulifera BENTH. und andere in Argentinien; *P. cinerascens* ASA GRAY in Mexiko; *P. pubescens* BENTH., von Utah und Nevada bis Nordmexiko. — X — Sx.		
	X *Xerocladia Zeyheri*, HARV., Südwestafrika, Namaland. Stammt vielleicht von *Prosopis* ab.	
	Zygophyllaceae.	
X *Fagonia californica* BENTH., Californien, Mexiko. X *F. chilensis* HOOK et ARN., Chile. X *Plectrocarpa tetracantha* GILL., Argentinien, Catamarca. Entfernt verwandt mit *Bulnesia*. — Sx. X *Sericodes Greggii* ASA GRAY, Nordmexiko. Steht ziemlich isoliert.	*Fagonia*. — Zahlreiche Arten im Mediterrangebiet, auch in der mediterranen Sahara. — X — Sx. X *F. minutistipula* ENGL. — Damaraland. Andere Arten X — Sx.	X *Fagonia arabica* L., von Ägypten bis Vorderindien.
	Euphorbiaceae.	
	Euphorbia, Sect. *Euphorbium*, Subsect. *Diacanthium*. — Trop. und subtrop. Afrika, Madagaskar. — X — Sx, s. auch succulente Säulenstämme.	*Euphorbia*, Sect. *Euphorbium*, Subsect. *Diacanthium*. — X — Sx.
	Rhamnaceae.	
		[*Paliurus aculeatus* LAM. China bis Europa. — Sx].
[*Zizyphus havanensis* KUNTH, mit achselständigen Dornen, auf Cuba. andere Arten in Südamerika. — Sx.]	*Zizyphus*. — Trop. und extratrop. Afrika, südl. Mittelmeergebiet. — X — Sx.	*Zizyphus*. — Vorderindien, Monsungebiet, Australien. — X — Sx.

Cucurbitaceae.

X *Acanthosicyos horrida* Welw., Namib in Deutsch-Südwestafrika. — o.

n. Dornblättrige Bäume und Sträucher mit verdorntem Blattstiel (nach Abwerfen der Blattspreite).

Geraniaceae.

X *Sarcocaulon.* — Karroo und Südwestafrika.

Entfernt verwandt mit der auch subxerophilen Gattung *Monsonia.* — Sx.

X *Pelargonium spinosum* Willd.; Karroo und Namaland.

Viele andere verwandte Arten subxerophil. — Sx.

Euphorbiaceae.

X *Euphorbia* Sect. *Euphorbium*, subsect. *Treisia.* — *E. cervicornis* Boiss. und *E. hamata* Sweet, Kapland, zeigen nach Abfall der Blattspreiten hakenförmig vorstehende Blattstiele, die zwar nicht vollständig verdornt sind, wohl aber bei fortschreitender Xerophilie zu Dornen sich ausbilden würden.

Einige Arten auch Sx.

Sterculiaceae.

X *Hermannia spinosa* E. Mey., Karroo.

Viele Arten Sx.

Combretaceae.

Combretum aculeatum Vent.; Eritrea bis Senegambien, X — Sx.

Andere Arten Sx — Hg.

Bignoniaceae.

X *Phylloctenium Bernieri* Baill., Madagaskar.

o. Phyllodine Bäume und Sträucher.

	Leguminosae.	
		Acacia Sect. *Phyllodineae.* — Australien. — Hg — Hd — Sx — X. — [Fidschiinseln, Neukaledonien, Formosa. — Hg — Hd; Sandwichinseln Sx.]

p. Rutenbäume und -sträucher, auch Kräuter mit Blattverkümmerung oder Blattschwund.

Die Assimilation wird fast ausschließlich vom Caulom besorgt.

	Pinaceae.	
		X *Callitris robusta* RBr., Westaustralien, Eremaea. — Andere Arten Sx.
	Restionaceae.	
	[Restionaceen des Kaplandes. — Sx — Hd.]	X *Ecdeiocolea monostachya* F. v. Muell. Westaustralien. X *Lepidobolus deserti* Gilg et Diels, Westaustralien. Andere Restionaceen Sx.
	Liliaceae.	
		X *Corynotheca lateriflora* F. Muell., Dünen Westaustraliens.
	Casuarinaceae.	
		X *Casuarina glauca* Sieber, Westaustralien. Andere Arten Sx.
	Polygonaceae.	
[*Eriogonum nudum* Dougl., Pacif. Nordamerika. — Sx.] Die formenreiche Gruppe der *Eriogoneae* mit Ausnahme der circumpolar gewordenen *Koenigia islandica L.* ist ausschließlich amerikanisch.	[X *Calligonum comosum* L'Hér., Nordafrika.] *Calligonum* und *Pteropyrum* gehören zu den *Atraphaxideae*, welche, abgesehen von den xerophilen Merkmalen, den subxerophilen bis hydrophilen *Polygoneae* entsprechen. Alle sind extratropisch.	[X *Calligonum*, *comosum* L'Hér., Arabien bis Südpersien, andere Arten Südrußland bis Centralasien.] [X *Pteropyrum*, Arabien bis Centralasien.
	Amarantaceae.	
	[*Henonia scoparia* Moqu., Madagaskar. — Sx.] X *Hermbstaedtia glauca* (Mart.) Moqu., Südwestafrika. Andere Arten Sx.	

Aizoaceae. [*Macarthuria.* — Ost- und Westaustralien. — Sx.]	
Capparidaceae.	
Dipterygium glaucum Decne., Afrikanisch-indisches Wüstengebiet. — X — Sx.	*Dipterygium glaucum* Decne., Nordwestindien. — X — Sx.
Cadaba juncea (L.) Benth. et Hook. f., Karroo, Namaland. — X — Sx.	
Courbonia virgata Brongn., Nubien und Abyssinien bis Senegambien. — X — Sx.	[*Apophyllum anomalum* F. v. Muell., Nordaustralien. — Sx.] Entfernt verwandt mit *Capparis.*
Resedaceae. X *Ochradenus baccatus* Delile und andere Arten. — Nordafrikanisch-indisches Wüstengebiet. Steht am nächsten *Reseda,* weicht aber durch mehrere Merkmale stark ab.	X *Ochradenus.* — Arabien.
Leguminosae.	
	Podalyrieae. [*Jacksonia.* — Westaustralien. *Sphaerolobium.* — Westaustralien. *Viminaria.* — Westaustralien. *Aotus.* — Westaustralien. *Templetonia egena* Benth., Nord- und Südaustralien. — Alle Sx.]
Genisteae. *Lebeckia.* — Südafrika. — Sx — X. [*Genista* Sect. *Boelia, Asterospartum* und *Retamospartum.* Mittelmeergebiet und mediterrane Sahara. — X — Sx.]	
	Galegeae. [*Carmichaelia.* — Neuseeland. — Sx.] [*Notospartium.* — Neuseeland. — Sx.] X *Eremosparton aphyllum* (Pall.) Fisch. et Mey. — Transkaspische Steppe bis Soungarei.] X [*Smirnowia turkestana* Bunge, Turkestan.] Beide entfernt verwandt mit *Colutea,* diese Sx.

	Zygophyllaceae.	
Bulnesia retama Griseb. mit abfallenden Blättern; Dünen in den Steppen von Catamarca. — X — Sx. Andere Arten Sx.	X *Sisyndite spartea* E. Mey., Namaland, Karroo. Siehe auch mikrophylle laubwerfende Bäume usw. Entfernt verwandt mit *Tribulus*. — Sx.	
	Rutaceae.	
		X *Boronia ramosa* Benth. — Westaustralien. X *Boronia spinescens* Benth. — Westaustralien.
	Euphorbiaceae.	
Euphorbia Sect. *Adenopetalum*, *E. gymnoclada* Boiss., Bahia in Brasilien; *E. antisyphilitica* Zucc., Mexiko. — X — Sx.		[*Euphorbia* Sect. *Tithymalus* Subsect. *Osyrideae*. X *E. osyridea* Boiss. — Persien bis Beludschistan.]
	Tremandraceae.	
		[*Tetratheca juncea* Sm., Neusüdwales. — Sx. *T. affinis* Endl., *T. Harperi* F. Müll., *T. aphylla* F. Müll. u. a., Westaustralien. — Sx.]
	Polygalaceae.	
X *Monnina pterocarpa* Ruiz et Pav., Nordperu. Andere Arten Sx.		X *Bredemeyera scoparia* (Steetz). — Süd- und Westaustralien.
	Celastraceae.	
		X *Psammomoya choertroides* (F. v. Muell.) Diels et Loes. und *Ps. ephedroides* Diels et Loes., Westaustralien.
	Rhamnaceae.	
Retanilla ephedra (Vent.) Brongn., Chile. — Siehe auch dornästige Bäume und Sträucher. — X — Sx.	*Helinus spartioides* (Engl.) Schinz, Damaraland in Deutsch-Südwestafrika. — X — Sx.	
	Stackhousiaceae.	
		[*Stackhousia scoparia* F. v. Muell., Westaustral. — Sx.]
	Dilleniaceae.	
		[*Pachynema junceum* Benth., Nordaustralien. Andere Arten (*P. dilatatum* Benth.) phyllocladiale Halbsträucher, wie auch *Hibbertia Goyderi* F. v. Müll. in Nordaustralien und *H. conspicua* (Drumm. et Harv.) Gilg in Westaustralien. — Sx.]

	Umbelliferae.	
	X *Pituranthus.* — Mediterrane Sahara; Südwestafrika, z. B. *P. aphyllus* (Cham. et Schltd.) Benth et Hook. f. Einzelne auch Beerensträucher, entfernt verwandt mit *Apium.* — Sx — Hd.	[X *Pituranthus Korolkowii* (Rgl. et Schmlh.) Schinz, Turkestan.] X *Trachymene compressa* Rudge, *T. juncea* Bunge u. a., Westaustralien. X *Schoenolaena juncea* Bunge, Westaustralien.
	Primulaceae.	
		[*Samolus junceus* RBr., Westaustralien. — Hd.]
	Plumbaginaceae.	
	X *Vogelia africana* Lam., Südwestafrika, Namib; *V. pendula* Balf. f., Socotra. Verwandt mit *Plumbago.* — X — Sx. X *Plumbago aphylla* Bojer., Madagaskar. Andere Arten Sx — Hd.	
	Asclepiadaceae.	
	X *Curroria decidua* Planch., Namaland. Verwandt mit *Periploca.*	
	X *Periploca aphylla* Dcne., Nubien; *P. visciformis* (Vatke) K. Schum., Somalland, Socotra. Andere Arten von *Periploca* Sx — Hg.	X *Periploca aphylla* Dcne., Arabien bis Persien und nordwestliches Indien.
	X *Leptadenia pyrotechnica* (Forsk.) Dcne., Senegambien bis Nubien. Andere Arten windende Sträucher — Sx.	X *Leptadenia pyrotechnica* (Forsk.) Dcne., Vorderindien bis Burma. X *Ceropegia juncea* Roxb., Vorderindien.
	X *Orthanthera albida* Schinz. Südwestafrika. Andere Arten Sx. X *Socotora aphylla* Balf. f. — Socotra.	X *Orthanthera viminea* (Wall.) Wight, nördl. Vorderindien.
	Convolvulaceae.	
[*Ipomoea aturensis* Don, Südbrasilien, sandige Steppen. — Sx.] Die Gattung *Ipomoea* hat sehr verschiedene Lebensformen. — Sx — Hg.	X *Convolvolus scoparius* L. und *C. virgatus* Webb, Tenerife. Andere Arten Sx.	

	Loganiaceae.	
		[*Logania nuda* F. v. Muell. — Westaustralien. — Sx.] Andere Arten mit größeren und breiteren Blättern in regenreicheren Bezirken.
	Verbenaceae.	
Verbena Sect. *Verbenaca*. X § *Junciformes*. — Chile, Argentinien, Südbrasilien, z. B. *V. glauca* Gill. et Hook., Argentinien; *V. ephedroides* Cham., Südbrasilien, Uruguay. Andere Arten. — Sx. X *Neosparton ephedroides* Griseb., Argentinien. Entfernt verwandt mit *Bouchea*. — Sx. [*Lippia juncea* Schauer, mittleres Chile. — Sx. Andere Arten mit breiteren Blättern.]		
	Labiatae.	
[*Hedeoma denudata* (Benth.) Briqu., Brasilien, Minas Geraes; *H. gracilis* (Benth.) Briqu., Brasilien; *H. coccinea* (Benth.) Briqu., Brasilien, Minas Geraes. — Sx.]		
	Scrophulariaceae.	
	[*Dopatrium*. — Trop. Afrika. — Hd.]	[*Dopatrium*. — Monsungebiet, Japan. — Hd.]
	Compositae.	
[*Baccharis aphylla* DC., Brasilien; *B. scoparia* (L.) Pers., Westindien; *B. sergilioides* Asa Gray, Californien. *Lescaillea equisetiformis* Griseb., Kuba. — Sx.] X *Hyalis ephedroides* Hieron. — Argentinien. Verwandt mit der im andinen Gebiet verbreiteten Gattung *Plazia*.		

q. Besensträucher mit Blattverkümmerung oder Blattschwund.

	Gnetaceae.	
X *Ephedra.* — Südl. Rocky Mountains, Südwestprärie, Südcalifornien, Andines Gebiet (Chile, Argentinien). — o. Nur einzelne Arten subxerophil.	X *Ephedra.* — Mittelmeergebiet und Ausläufer. Nordafrikanisches, indisches Wüstengebiet. — o. Einzelne Arten subxerophil. Die Gattung ist auch innerhalb der *Gnetaceae* sehr isoliert.	X *Ephedra.* — Centralasien.
	Santalaceae.	
	X *Thesium.* — Subtrop. Afrika. — Mehrere Arten Sx, auch in den Hochgebirgen.	X *Anthobolus.* — Australien. — Andere Arten succulentblättrig. X *Exocarpus aphyllus* RBr., Südwestaustralien, Eremaea. X *Exocarpus Bidwillii* Hook f. Neuseeland. Andere Arten in Ostaustralien und auf den Sandwichinseln sowie auf Madagaskar. — Sx, auch eine breitblättrige Art, *E. latifolia* RBr. auf den malaiischen Inseln.
	Aizoaceae.	
	X *Galenia africana* L., Südafrika. Mehrere Arten mit niederliegenden Ästen. X *Mesembrianthemum junceum* Haw. und verwandte Arten, Südafrika.	X *Gunniopsis quadrifaria* Pax, Südaustralien. Entfernt verwandt mit *Aizoon.*
	Cistaceae.	
[*Helianthemum scoparium* Nutt., Südcalifornien. — Sx.]	[*Helianthemum arabicum* Pers., Mittelmeergebiet. — Sx.]	
	Thymelaeaceae.	
	X *Gnidia polycephala* (C. A. Mey.) Gilg. — Viele Arten der Gattung Sx.	
	Convolvulaceae.	
	X *Convolvulus filipes* Balf. f., Socotra.	
	Verbenaceae.	
Verbena Sect. *Verbenaca.* X §. *Verticilliflorae,* z. B. *V. scoparia* Gill. et Hook, Argentinien. Andere Arten — Sx. X *Baillonia juncea* (Schauer) Briqu. Chilenische Anden. Verwandt mit *Bouchea* — Sx.		

Campanulaceae.	
[*Siphocodon spartioides* Turcz., Südafrika. — Sx.] [*Wahlenbergia.* — Südafrika. — Sx.]	

r. Wirrige Besenpflanzen mit durcheinander verwirrten Ästen.

Phytolaccaceae.	
X *Lophiocarpus Dinteri* Engl., Deutsch-Südwestafrika. Andere Arten halbstrauchig. Etwas verwandt mit der südamerikanischen Gattung *Microtea.*	
Caryophyllaceae.	
[X *Gypsophila somalensis* Franch., Somalland, Ahl-gebirge; *G. montana* Balf. f., Aden, Socotra.]	[*Gypsophila.* — Westasien und Südosteuropa. — Sx.]
Plumbaginaceae.	
	[X *Statice.* — West- und Centralasien.] Auch mehrere halophile Arten verhalten sich ähnlich.

s. Gliederästige Bäume und Sträucher mit Blattverkümmerung oder Blattschwund.

Chenopodiaceae.	
[*Haloxylon articulatum* Cav. Mediterrane Sahara. — Hl.]	[*Haloxylon ammodendron* (C. A. Mey.) Bunge und andere Arten. — Hl — X. — West- und Centralasien.] Andere Arten. — Sx. — Hl.
[*Anabasis articulata* (Forsk.) Moqu. Mediterrane Sahara. — Hl.]	[*Anabasis aphylla* L., Centralasien und andere Arten in West- und Centralasien. — Hl.]
Amarantaceae.	
X *Arthraerua Leubnitziae* (O. Ktze.) Schinz, Südwestafrika. — o. Mit keiner andern Gattung besonders nahe verwandt.	

	Euphorbiaceae.	
[*Euphorbia cassythoides* Boiss., Kuba. — Sx. *E. alata* Hook., Jamaika. — Sx. *E. lactiflua* Phil., Chile. — Sx.]	*Euphorbia* Sect. *Euphorbium*, Subsect. *Tirucalli.* X *Euphorbia ephedroides* E. Mey. X *E. Burmannii* E. Mey., *E. mauritanica* L., *E. pendula* Boiss. u. a., Kapland. X *E. gregaria* Marl. Damaraland, Namaland. X *E. obtusifolia* Poir., *E. aphylla* Brouss. u. a., Makaronesien. X *E. tirucalli* L., Ostafrika. X *E. arbuscula* Balf. f. Socotra. X *E. laro* Drake, *E. intisy* Drake, Madagaskar.	X *E. Schimperi* Presl, Arabien.
	Cactaceae.	
[*Rhipsalideae.*—Trop. Amerika. — Epiphytisch im Regenwald. — Sx — Hg.]	[*Rhipsalis madagascariensis* Web. und *Rh. suaresiana* Web., Madagaskar. — Epiphytisch im Regenwald; *Rh. cassytha* Gärtn., trop. Afrika. — Epiphytisch im Regenwald. — Sx — Hg.]	
	Asclepiadaceae.	
	X *Sarcostemma viminale* (L.) RBr. Trop. Afrika von Abyssinien bis Südwestafrika; *S. aphyllum* (Thbg.) RBr., Kapland. — Verwandt mit *Pentatropis* — Sx.	X *Sarcostemma.* — Vorderindien bis Australien.

B. Umbildung einzelner Vegetationsorgane zu Wasserspeichern.

a. Knollenwurzelige oder rübenwurzelige Stauden oder Sträucher.

	Nyctaginaceae.	
X *Colignonia.* — Andines Südamerika. — o. Mit den anderen *Nyctaginaceae* Amerikas nur wenig verwandt.		
	Portulacaceae.	
Talinum. — Nordamerika. [*T. patens* (Jacq.) Willd. Centralamerika bis Südbrasilien. — Sx.]	*Talinum.*— Südafrika, trop. Afrika. [*Talinum cuneifolium* Willd. Trop. Afrika. — Sx.] X *T. caffrum* Eckl. et Zeyh., Damaraland, Namaland.	[*Talinum cuneifolium* Willd. Vorderindien. — Sx.]

	Leguminosae.	
[*Pachyrrhizus angulatus* Rich., trop. Amerika. — Sx.] [*Pachyrrhizus palmatilobus* Benth. et Hook. f., Mexiko. — Sx.]	[*Bauhinia Burkeana* Benth., Südwestafrika. — Sx.] [*Dolichos pseudopachyrrhizus* Harms. Fast in allen Steppengebieten Afrikas. — Sx.] [*D. Seineri* Harms, nördliches Südwestafrika. — Sx.]	[*Pachyrrhizus angulatus* Rich., trop. Asien. — Sx.]
	Oxalidaceae.	
[*Oxalis carnosa Molina* und andere. — Chile. — Sx.]	[*Oxalis cernua* L., Kapland. — Sx.] Andere Arten mit Zwiebeln, aber nicht mit Knollenwurzeln.	
	Malpighiaceae.	
[*Camarea ericoides* St. Hil. Halbstrauch, Südbrasilien. *Stigmatophyllon*, einzelne Arten. — Süd- und Centralamerika. — Sx.]		
	Euphorbiaceae.	
	[*Euphorbia tuberosa* L., Kapland. — Sx.]	
	Vitaceae.	
	Cissus Subgen. *Cyphostemma* Planch. [*C. juncea* Webb (subxerophil), Nubien bis Nordkamerun; *C. jatrophoides* (Welw.) Planch., Nyassaland, Congo bis Kunene. — Sx.] X *C. hereroensis* Schinz, Damaraland, in Steinsteppe. [*C. adenocarpa* Gilg et Brandt, Tabora; *C. Erythreae* Gilg et Brandt, Eritrea; *C. Fleckii* Schinz, Damaraland, Amboland, Betschuanaland. — Sx.]	
	Passifloraceae.	
	Machadoa huillensis Welw., Benguella.	
	Araliaceae.	
	[*Cussonia.* — Trop. und südl. Afrika. — Sx.]	

[*Macrosiphonia.* — Steppen Südbrasiliens. — Sx.] [*Rhodocalyx rotundifolius* (Mik.) Müll. Arg. — Wie vorige. — Sx.] [*Dipladenia.* — Wie vorige. — Sx.] [*Laseguea* A. DC. — Wie vorige. — Sx.]	***Apocynaceae.*** X *Pachypodium bispinosum* (Thunb.) DC., Karroo. Andere Arten mit succulentem Stamme. — X — Sx. X *Adenium Lugardi* N. E. Brown, Groß-Namaland. Andere Arten mit succulentem Stamme. — X — Sx.	
	Labiatae. [*Coleus edulis* Vatke, *C. lanuginosus* Vatke, *C. Forskohlii* Briqu., *C. albidus* Vatke, Abyssinien; *C. salagensis* Gürke, Togo; *C. dysentericus* Baker, Niger. — Sx.] [*Plectranthus incanus* Link, *P. rotundifolius* Sims, *P. ternatus* Sims — Madagaskar. — Sx.] [*Plectranthus miserabilis* Briqu., oberer Kongo; *P. esculentus* N. E. Brown, Natal; *P. floribundus* N. E. Br., Ostafrika, Angola. — Sx.]	[*Coleus parviflorus* Benth., Vorderindien, Ceylon, Monsungebiet. — Sx.]
	Pedaliaceae. X *Pterodiscus.* — Nordostafrika bis Südafrika.	
X *Proboscidea.* — Arizona bis Peru. [*Craniolaria.* — Südamerika. — Sx.]	***Martyniaceae.***	
	Cucurbitaceae. X *Acanthosicyos horrida* Welw.; Südwestafrika, Namib. — o. [*Coccinia sessilifolia* Cogn. — Südwestafrika. — Sx.]	
	Compositae. [*Senecio tuberosus* Sch. Bip. und *S. solanoides* Sch. Bip., Abyssinien, *S. Goetzei* O. Hoffm., Nyassaland. — Sx.] [*Othonna.* — Kapland. — Sx.]	

b. Dickwurzelige Stauden oder Sträucher.

	Leguminosae. *Elephantorrhiza.* — Südafrika X — Sx. Verwandt mit der pantropischen Gattung *Piptadenia.*	

c. Stauden mit dickem, unterirdischem Rhizom.

	Hydnoraceae.	
X *Prosopanche.* — Argentinien. Nur mit *Hydnora* verwandt.	X *Hydnora.* — Afrika. Nur mit *Prosopanche* verwandt.	
	Nyctaginaceae.	
Boerhavia. — Nord- und Südamerika. — X — Sx.	*Boerhavia.* — Afrika. — X — Sx.	*Boerhavia.* — Vorderindien. — X — Sx, in Australien. — Sx.

d. Zwiebelgewächse.

	Oxalidaceae.	
[*Oxalis lasiandra* Zucc., *O. vespertilionis* Zucc. u. a. — Mexiko. — Sx.] [*O. lobata* Sims. u. a. — Chile. — Sx.]	[*Oxalis hirta* L. (*O. rubella* Jacq.), *O. tubiflora* Jacq., *O. canescens* Jacq., *O. versicolor* L., *O. incarnata* L. und viele andere in Kapland. — Sx.] X *O. purpurata* Jacq. var. *Jacquini* Sond. — Namaland.	
	Liliaceae. Amaryllidaceae, Iridaceae.	

Die Zwiebelgewächse sind mehr subxerophil als xerophil und treten in den steinigen xerophilen Formationen auf, wo lokal und zeitweise etwas Bodenfeuchtigkeit geboten wird.

	Droseraceae.	[*Drosera* Sect. *Ergaleium*, Australien. — Sx — Hd.]

e. Knollenstämmige Stauden oder Sträucher mit unterirdischer Caulomknolle.

	Araceae. X *Stylochiton hypogaeus* Lepr., Senegambien; *St. lerensis* N. E. Brown. Eritrea. Andere Arten Sx — Hg.	
	Liliaceae.	
[*Paathea coerulea* (R. et Pav.) Don. Peru, Lomazone. — Sx.]	*Eriospermum.* — Südafrika. — X — Sx.	

Amaryllidaceae.

[*Bomarea edulis* HERB. u. a. — Peru, Lomazone. — Sx.]

Piperaceae.

[*Peperomia umbilicata* RUIZ et PAV., Peru, Lomazone. — Sx.]

Moraceae.

Dorstenia Sect. *Kosaria.* — [*D. saxicola* ENGL., Madagaskar; *D. caulescens* SCHWEINF., Centralafrika; *D. benguellensis* WELW., Huilla; *D. Barnimiana* (SCHWEINF.), BUR., Centralafrika; *D. tropaeolifolia* (SCHWEINF.), BUR., Abyssinien; *D. foetida* (FORSK.) SCHWEINF. et ENGL., Yemen, Abyssinien. — Sx.]

Nyctaginaceae.

[*Mirabilis prostrata* (RUIZ et PAV.) HEIMERL, Peru, Lomazone. — Sx.]

Geraniaceae.

Pelargonium Sect. *Hoarea*, in der südwestlichen Kapprovinz, der Karroo und dem Namaland, X — Sx.

P. Nivenii HAM. (Sect. *Seymouria*). — Südwestliches Kapland und Karroo.

P. Sect. *Polyactium* (ECKL. et ZEYH.) DC. Südafrika durch Transvaal bis zum Gebirge im Norden des Nyassasees.

Die Knolle entsteht durch Anschwellung des hypokotylen Gliedes.

Oxalidaceae.

[*Oxalis articulata* SAVIGNY, Argentinien; *O. Darapskyi* PHIL., Chile; *O. sepalosa* DIELS, Peru, Lomazone. — Sx.]

Cochlospermaceae.

[*Cochlospermum niloticum* OLIV., oberes Nilgebiet. — Sx.]

	Begoniaceae.	
[*Begonia octopetala* L'Hér. und *B. geraniifolia* Hook., Peru, Lomazone. — Sx.]		
	Asclepiadaceae.	
	Ob die unterirdische Knolle aus dem Hypokotyl oder aus der Wurzel hervorgeht, ist vielfach unsicher.	
	Cynanchoideae — *Tylophoreae* — *Ceropegiinae*: [*Sisyranthus, Macropetalum, Craterostemma, Decaceras, Tapeinostelma, Brachystelmaria, Dichaelia, Ceropegia, Riocreuxia.* — Südafrika. — Sx.]	*Cynanchoideae* — *Tylophareae* — *Ceropegiinae*: [*Microstemma.* — Nord- und Nordostaustralien. — Sx.]
	[*Brachystelma.* — Trop. Afrika, Südafrika. — Sx.]	[*Brachystelma.* — Vorderindien. — Sx.]
Cynanchoideae — *Gonolobeae.* [*Tetracustelma.* — Mexiko. — Sx.] [*Pherotrichis.* — Mexiko. — Sx.]	*Cynanchoideae* — *Tylophoreae* — *Marsdeniinae.* [*Fockea edulis* (Thunb.) K. Schum. (*F. glabra* Decne). — Südl. Kapland; *F. capensis* Endl., Südafrika; *F. angustifolia* K. Schum., Kalahari. — Sx.] [*Tenaris.* — Trop. Ostafrika. — Sx.] [*Lasiostelma.* — Natal. — Sx.]	
	Periplocoideae. [*Raphionacme.* — Central- und Südafrika. Sx.]	
	Convolvulaceae.	
[*Exogonium purga* (Wender.) Bth., Mexiko. — Sx.] [*Ipomoea simulans* Hanbury, Mexiko, Hochgebirge. — Sx.]		
[*Ipomoea digitata* L., trop. Amerika. — Sx.]	[*Ipomoea digitata* L., trop. Afrika. — Sx.]	[*Ipomoea digitata* L., trop. Asien und Australien. — Sx.]
[*Ipomoea bonariensis* Hook., Südamerika.] [*Ipomoea nationis* Nicols, Peru, Lomazone. — Sx.]		
	Solanaceae.	
[*Solanum* Sect. *Tuberarium* Dun., z. B. *S. tuberosum* L., *S. maglia* Molina, *S. Commersonii* Dun. — Andines Amerika. — Sx.]		

[*Corytholoma.* — Trop. Amerika. *Sinningia.* — Brasilien. *Lietzia.* — Brasilien. — Sx.]	***Gesneriaceae.***	
	Cucurbitaceae. *Coccinia.* — Südöstl. Asien, trop. und südl. Afrika. — X — Sx.	
	Compositae. [*Senecio Schweinfurthii* O. Hoffm., Kilimandscharo, 4900 m ü. M. — Sx.]	

f. Knollenstämmige Gewächse mit oberirdischer ± kugeliger, bisweilen zylindrischer, oft dickrindiger Reserveknolle.

X *Dioscorea macrophylla* Mart. Südl. Mexiko, Mirador.	***Dioscoreaceae.*** X *Dioscorea elephantipes* L'Hér., östliches Südafrika; *D. silvatica* Ecklon, Transvaal, Fuß der Drakensberge.	
	Moraceae. X *Dorstenia foetida* (Forsk.) Schweinf. et Engl. var. *obovata* (Hochst.) Engl. — Abyssinien, in Granitspalten um 1300—1900 m ü. M. Hauptart und andere Arten mit unterirdischer Knolle. — Sx.	
	Phytolaccaceae. [*Phytolacca heptandra* Retz., Südostafrika. — Sx.]	
	Icacinaceae. X *Trematosperma cordatum* Urb., Ahlgebirge des Somallandes. X *Pyrenacantha malvifolia* Engl., Ostafrika. Andere Arten Sx — Hg, entfernt verwandt mit *Phytocrene.*	[*Phytocrene macrophylla* Blume, im Monsungebiet, mit schenkeldickem Stamme. — Hg.]
[Baumförmige Arten von *Cochlospermum* im tropischen Amerika. — Sx.] [*Amoreuxia* Moc. et Sess. Centralamerika bis Texas. — Sx.]	***Cochlospermaceae.*** [*Cochlospermum tinctorium* A. Rich., Senegambien bis Togo. Andere Arten, z. B. *C. angolense* Welw. et Oliv. in Angola, baumförmig. — Sx.]	[*Cochlospermum gossypium* L., baumartig, Vorderindien, andere baumförmige Arten in Nordaustralien. — Sx.]
	Pedaliaceae. X *Sesamothamnus.* — Nordostafrika bis Angola. — o.	

	Cucurbitaceae.	
[*Maximowiczia* (*Ibervillea*). — Mexiko. — Sx.]	[*Corallocarpus.* — Südwestafrika, Ostafrika. — Sx.] *Kedrostis africana* Cogn., Südafrika. — X — Sx.	

g. Knollenstämmige Gewächse mit oberirdischem, scheibenförmigem bis kreiselförmigem Knollenstamm.

	Gnetaceae.	
	X *Tumboa Bainesii* Welw. (*Welwitschia mirabilis* Hook. f.). — Namib, von Damaraland bis Benguella. — o. Auch innerhalb der Familie gänzlich isoliert.	

h. Succulente, weichholzige, dickstämmige Bäume mit ± reicher Kronenbildung.

	Moraceae.	
	X *Dorstenia gigas* Schweinfth., Socotra. Andere Arten der Gattung X — Sx — Hg.	
	Phytolaccaceae.	
[*Phytolacca dioica* L., Peru, Argentinien. — Sx.]		
	Bombacaceae.	
[*Chorisia crispiflora* H. B. Kunth, Rio Janeiro; *Ch. speciosa* St. Hilaire, mit am Grunde angeschwollenem Stamm. — Sx.]	*Adansonia digitata* L., tropisches Afrika. X — Sx. *Adansonia*, mehrere Arten auf Madagaskar.	[*Adansonia Gregorii* F. v. Müll., Nordaustralien. — Sx.]
	Sterculiaceae.	
		[*Brachychiton rupestris* (Lindl.) K. Schum. — Queensland. — Sx.]
	Cucurbitaceae.	
	X *Dendrosicyos socotrana* Balf. f., Socotra. — o.	

i. Succulente Dickstammpflanzen und succulente Sträucher mit schwächerer Kronenbildung.

	Apocynaceae.	
[*Plumiera.* — Trop. Amerika. — Hd, Hg.]	*Adenium.* — Trop. Afrika bis Zululand. — X — Sx. [*Pachypodium.* — Südafrika und Madagaskar. — Sx.] [*Tanghinia.* — Madagaskar. — Hd, Hg.]	[*Cerbera.* — Vorderindien bis Neucaledonien. — Hd, Hg.]

	Caricaceae.	
[*Carica candicans* Asa Gray, Westabhänge der peruanischen Anden, unten im Winter, oben (2000—3000 m) im Sommer beblättert. — Sx. *C. chilensis* Planch, Coquimbo in Chile. — Sx.]	[Im tropischen Afrika durch die dick- und weichstämmigen Bäume der Gattung *Cylicomorpha C. parviflora* Urban in Usambara und *C. Solmsii* Urban in Kamerun vertreten, welche den Regenwäldern angehören. — Hg.]	

k. Papierrindenbäume mit nicht succulentem Stamm.

	Moringaceae.	
	X *Moringa*. — Somaliland, Damaraland, Madagaskar.	[*Moringa pterygosperma* (Gaertn.) Lam., *M. concanensis* Nimmo, Vorderindien. — Sx.]
	Burseraceae.	
	X *Commiphora*. — Mehrere Arten in Ost- und Südwestafrika.	X *Commiphora*. — Vorderindien.
	X *Boswellia*. — Trop. Nordafrika, Ostafrika.	X *Boswellia serrata* Roxb., Vorderindien.
	Euphorbiaceae.	
	X *Euphorbia Gürichiana* Pax, Damaraland.	
	Sterculiaceae.	
	X *Sterculia rhynchocarpa* K. Schum., Ostafrika.	
	X *Sterculia Gürichii* K. Schum., Damaraland.	

l. Weichblättrige (halbsucculentblättrige) Gewächse.

	Chenopodiaceae.	
[*Atriplex chilense* Colla., Chile. — Sx.] X *A. retusum* Remy, Atacama bis Coquimbo; *A. deserticola* Phil., Atacama; *A. atacamense* Phil., Atacama u. a. X *A. lentiforme* S. Wats., Südcalifornien.	[*Atriplex* Subgen. *Teutliopsis* Dum.: *A. halimus* L., Nordafrika, Südeuropa, Südafrika; *A. leucocladum* Boiss., Ägypten. — Sx.]	[*Atriplex halimus* L., Syrien. *A. halimoides* Lindl., Ost-, West- und Südaustralien; *A. cinereum* Poir., Ost-, Süd- und Westaustralien; *A. isatideum* Moqu., 5 m hoher Strauch, Westaustralien; *A. paludosum* RBr., Ost-, Süd- und Westaustralien; *A. Drummondii* Moqu., Westaustralien. — Sx; *A. rhagodioides* F. Muell., Süd- und Westaustralien. — Sx.]

	Chenopodiaceae.	
Subgen. *Pertochiton* Torr. [*Atriplex canescens* James, Colorado, Südcalifornien, Mexiko. — Sx — X.]		Subgen. *Theleophyton* Moqu. [*Atriplex crystallinum* Hook., Australien. — Sx.] [*Chenolea eurotioides* F. v. Muell. — Westaustralien. — Sx.] [*Scleroluena*. — Australien. — Sx.]

m. Succulentblättrige Gewächse, Stauden, Halbsträucher, Sträucher und Bäume.

	Liliaceae.	
	Aloë (alle Wuchstypen). — Afrika. — X — Sx, letztere zahlreicher. *Gasteria*. — Mittleres und östliches Kapland. — X — Sx. *Haworthia* (Stauden). — Südafrika. — X — Sx.	
	Amaryllidaceae.	
Agave. — Centralamerika und südliche Rocky Mountains (Stauden mit grundständigen Blättern bis Schopfbäume). — X — Sx. *Fourcroya*. — Centralamerika. — Sx.]		
	Piperaceae.	
X *Peperomia dolabriformis* Kth., interandines Peru. — Andere Arten im trop. Amerika. — Sx — Hg.	[*Peperomia*, meist in hygrophilen Formationen des tropischen Afrika.]	
	Santalaceae.	
		[*Anthobolus* z. T. Andere Arten Besensträucher. — Sx.]
	Chenopodiaceae.	
	X *Salsola aphylla* L. fil., Südafrika.	X *Chenopodium Preissii* (Moqu.) Diels, Westaustralien. *Rhagodia Billardieri* RBr., Australien; in vielen Formen, — Sx — X, letztere in der Eremaea Westaustraliens. [*Babbagia dipterocarpa* F. Muell., Süd- und Westaustralien. — Sx.]

	Chenopodiaceae.	
		Kochia, Ost- und Westaustralien. — Sx — X. X *Chenolea carnosa* Benth., Westaustralien.
	Phytolaccaceae.	
		X *Gyrostemon subnudus* Westaustralien. Eremaea. Andere Arten in Nord- und Ostaustralien, breitblättrig. — Sx.
	Aizoaceae.	
[*Sesuvium portulacastrum* L. Nordamerika, Südamerika. — Hl.]	*Sesuvium portulacastrum* L. Trop. und subtrop. Afrika. Halophile Küstenpflanze, aber auch im Innern. — Hl — X.	
Tetragonia, insbesondere Lomazone Perus und nördl. Chile. — X — Sx. [*Tetragonia expansa* Murr., Südamerika. — Sx.]	X *Tetragonia* einschließlich *Anisostigma*. — Südafrika.	*Tetragonia implexicoma* Hook., Australien. [*Tetragonia expansa* Murr., Neuseeland, Polynesien, Japan. — Sx.]
[*Mesembrianthemum aequilaterale* Haw., Küste von Coquimbo, Chile. — Sx — Hl.]	*Mesembrianthemum.* — Südafrika. Zahlreiche Arten. — X — Sx.	[*Mesembrianthemum aequilaterale* Haw., Westaustralien. — Sx — Hl.]
	Portulacaceae.	
	X *Anacampseros filamentosa* Sims u. a., Karroo. Staude mit grundständigen Blättern. X *Portulacaria afra* Jacq., reich verzweigter Strauch oder Bäumchen, Karroo und Transvaal. X *Ceraria.* — Klein- und Groß-Namaland.	
X *Portulaca lanuginosa* HB Kunth, interandines Peru. X *P. pilosa* L., Centralperu. Andere Arten im trop. Amerika. X — Sx.	X *Portulaca quadrifida* L., Ostafrika; *P. foliosa* Ker., Ostafrika, Südwestafrika.	
Claytonia. — Süd- bis Nordamerika. — X — Sx — Hg — Hd.		[*Claytonia australensis* Hook. f., nördl. Neuseeland, Sx — Hd.]
	Basellaceae.	
	X *Basella paniculata* Volk. — Steppen am Fuß des Paregebirges. — [*B. alba* L., Trop. Afrika. — Sx.]	

	Crassulaceae.	
	[*Sempervivum.* — Makaronesien, Abyssinien. — Sx.]	
[*Kalanchoë brasiliensis* CAMB., Brasilien. — Sx.]	[*Kalanchoë brasiliensis* CAMB., trop. Afrika. — Sx.]	[*Kalanchoë brasiliensis* CAMB., Vorderindien. — Sx.]
	[*Kalanchoë* (einschl. *Bryophyllum*). — Afrika, Madagaskar. — Sx — X.]	
[*Cotyledon*, Sect. *Echeveria.* Californien und Mexiko bis Anden von Südamerika. — Sx — X.]	X *Cotyledon*, Sect. *Eucotyledon.* — Südafrika.	
	Zygophyllaceae.	
	Zygophyllum. — Makaronesien, Mediterrangebiet und Südafrika. — X — Sx.	*Zygophyllum.* — Westasien bis zur Wüste Gobi. — X — Sx.
X *Pintoa chilensis* GAY, Chile, Atacama.		X *Zygophyllum fruticulosum* DC., Australien, Eremaea.
	X *Augea capensis* THUNB. — Karroo, Namaland.	
	Euphorbiaceae.	
	[*Synadenium* BOISS. — Ost- und Centralafrika bis Natal. — Sx.]	
	[*Monadenium coccineum* PAX., Ostafrika. — Sx.]	
	Malvaceae.	
	[*Fugosia hakeifolia* HOOK. f. Strand von Westaustralien. — Sx.]	
	Vitaceae.	
	Cissus rotundifolia (FORSK.) VAHL, Ostafrika; *C. crassifolia* (BAK.) PLANCH., Mossambik. — X — Sx.	*Cissus rotundifolia* (FORSK.) VAHL, Arabien. — X — Sx.
	Asclepiadaceae.	
	[*Ceropegia Sandersonii* DCNE., Natal; *C. Monteiroae* HOOK f., Sofala, Gasaland. — Sx.]	
	Labiatae.	
	[*Aeolanthus.* — Trop. und südliches Afrika. — Sx — X.]	[*Anisochilus carnosus* (L.) WALL. Westl. Himalaya. — Sx.]
	X *Coleus decumbens* GÜRKE, Ostafrika. — Viele Arten Sx.	

	Pedaliaceae. X *Pterodiscus.* — Nordostafrika bis Südafrika. — o. X *Harpagophytum.* — Südafrika. — o. X *Holubia.* — Westl. Transvaal. — o.	
	Myoporaceae.	X *Pholidia gibbifolia* F. v. Muell., Südaustralien. X *Myoporum salsoloides* Turcz. — Westaustralien.
	Compositae. *Senecio* Subgen. *Notonia* (DC.) O. Hoffm. — Sx. — X. [*S. sempervivus* (Forsk.) Sch. Bip. u. a., Abyssinien; *S. amaniensis* (Engl.) Muschl. Usambara. — Sx.] X *S. sempervirens* Sch. Bip. Massaisteppe. X *Senecio* Untergatt. *Eusenecio* O. Hoffm. Sect. *Kleinioidei*; z. B. *S. acutifolius* DC., Karroo; *S. junceus* Harv., Karroo.	

n. Knollenblättrige Succulenten.

	Aizoaceae. X *Mesembrianthemum. Bolusii* Hook. f., Südafrika, Karroo. X *M. simulans* Marloth, Karroo. X *M. Hookeri* Berger, Karroo, *M. Wettsteinii* Berger, Karroo, *M. pseudotruncatellum* Berger, Damaraland, u. a. Arten der Gruppe *Sphaeroidea*.	

o. Succulentblättrige hypogäische Pflanzen.

	Aizoaceae. X *Mesembrianthemum rhopalophyllum* Schlechter et Diels — Groß-Namaland.	

p. Holosucculenten mit succulentem Stamm und succulenten Blättern.

Liliaceae.	
X *Aloë dichotoma* L. f., Südwestafrika, Namaland.	[*Aloe sabaea* Schwfth. — Yemen. — Sx.]
[*Aloë Bainesii* Dyer, Kaffrarien, Natal. — Sx.]	
[*Aloë ferox* Mill., südöstl. Afrika. — Sx.]	
[*Aloë arborescens* Mill., Kapland. — Sx sowie mehrere andere.]	
Crassulaceae.	
X *Cotyledon fascicularis* Ait., Karroo.	
Vitaceae.	
Cissus Subgen. *Cyphostemma* Planch.	
X *C. rupicola* Gilg et Brandt. Kamerunhinterland; *C. Juttae* Dinter et Gilg, Damaraland und Hereroland; *C. Currori* Hook. f., Benguella; *C. Crameriana* Schinz, Damaraland (auch Sx); *C. Seitziana* Gilg et Brandt, Damaraland, an der Grenze der Namib. *C. mappia* Lam., Mauritius. Andere Arten mit unterirdischer Knolle. — Sx.	
Asclepiadaceae.	
	Frerea indica Dalz. Vorderindien.
Compositae.	
Senecio Untergatt. *Kleinia*.	
X *S. kleinia* (DC.) Less. Makaronesien.	
X *S. pteroneurus* (DC.) Sch. Bip., Sahara.	
S. longiflorus (DC.) Sch. Bip., Abyssinien bis Südwestkapland. — X — Sx.	
X *S. anteuphorbium* (DC.) Sch. Bip., Südafrika.	

q. Dünnblättrige aufrechte Stammsucculenten.

Euphorbiaceae.	
Euphorbia Sect. *Diacanthium* Boiss., *E. splendens* Bojer und *E. Bojeri* Hook., Madagaskar.	*Euphorbia neriifolia* L., Vorderindien.

r. Dünnblättrige windende Stammsucculenten.

	Asclepiadaceae.	
	[*Fockea multiflora* K. SCHUM. — Ostafrika. — Sx. *Fockea Schinzii* N. E. BROWN, nördliches Hereroland, Amboland, Südangola. — Sx.]	

s. Succulenten, welche ihr kümmerliches Laub frühzeitig abwerfen.

	Asclepiadaceae.	
	X *Ceropegia dichotoma* HAW., Makaronesien. Stellt eine morphologische Vorstufe zu *Ceropegia stapeliiformis* dar, ohne näher mit dieser verwandt zu sein.	
	Cactaceae.	
Opuntia, Nopalea. — Extratrop. Südamerika bis extratrop. Nordamerika. — X — Sx.		

t. Strauchige und halbstrauchige Stammsucculenten mit ± scharfer internodialer Gliederung.

	Chenopodiaceae.	
[*Spirostachys.* — Great Basin und Südamerika. — Hl — X.]	[*Halopeplis perfoliata* (FORSK.) ASCHERS. Nordostafrika. — Hl.]	[*Halopeplis.* — Mediterrangebiet und Centralasien. — Hl.] [*Halostachys.* — Centralasien und Südosteuropa. — Hl.]
	[*Halocnemum strobilaceum* (PALL.) M. BIEB., Mittelmeergebiet. — Hl.] [*Arthrocnemum glaucum* (DEL.) U. STERNB. — Makaronesien, Westafrika. — Hl.]	[*Halocnemum strobilaceum* (PALL.) M. BIEB., West- und Centralasien. — Hl.] [*Arthrocnemum indicum* WILLD., Vorderindien. — Hl.] [*Tecticornia cinerea* (F. v. MÜLL.) HOOK. f., Nordaustralien. — Hl.] [*Pachycornia robusta* (F. v. MÜLL.) HOOK. f., Nord- bis Südaustralien. — Hl.]
[*Salicornia.* — Nordamerika und Südamerika. — Hl.]	[*Salicornia.* — Afrika, Madagaskar. — Hl.] Diese Halophyten sind nur des Vergleiches halber angeführt.	[*Salicornia.* — Indien, Australien. — Hl.]

Aizoaceae.

X *Mesembrianthemum salicornioides* Pax, Namib in Deutsch-Südwestafrika.

u. Strauchige oder halbstrauchige Stammsucculenten mit verdornten oder reduzierten Blättern, bisweilen mit Ausscheidungen von Wachs oder Harz in der Rinde.

Portulacaceae.

X *Ceraria namaquensis* (Sond.) Pears. et Steph., Namaland; *C. gariepina* Pears. et Steph., Buschmannland, wachsausscheidend.

Geraniaceae.

X *Sarcocaulon.* — Südafrika, Südwestafrika. (*S. rigidum* Schinz und *S. Marlothii* Engl. in der Namib Südwestafrikas, wachsausscheidend.)

Verwandt mit *Monsonia.*

X *Pelargonium* Sect. *Otidia.* — Südwestliches Kapland, Karroo und Namaland.

Asclepiadaceae.

X *Ceropegia stapeliiformis* Haw., Kapland.

X *Echidnopsis.* — Trop. Nordostafrika.

X *Hoodia.* — Südwestafrika.

X *Trichocaulon.* — Südwestafrika.

X *Decabelone.* — Südwestafrika.

X *Piaranthus.* — Südafrika.

X *Heurniopsis.* — Kapland.

X *Duvalia.* — Südafrika.

X *Caralluma.* — Südafrika, Makaronesien, Ostafrika, südliches Mediterrangebiet.	X *Caralluma.* — Arabien, Vorderindien.
X *Stapelia.* — Somalland, Südafrika.	
X *Heurnia.* — Südafrika, Abyssinien.	X *Heurnia.* — Arabien.

X *Diplocyathus.* — Karroo.

X *Edithcolea.* — Somalland.

v. Mit Ranken kletternde Stammsucculenten.

	Vitaceae.	
[*Cissus gongylodes* (Burch.) Planch., Brasilien, Peru. — Hg.]	X *Cissus cactiformis* Gilg, Somalland bis Transvaal; *C. quadrangularis* L., Ethaische Küste bis Natal und Senegambien bis Angola, Comoren, Madagaskar; *C. subaphylla* (Balf. f.) Planch., Somalland. Einzelne der genannten auch Sx. [*C. aralioides* (Welw.) Planch., westafrikanische oder guineensische Waldprovinz. — Sx — Hg.]	*Cissus quadrangularis* L., Vorderindien. — X — Sx.

w. Dorn- und spreitenlose Succulenten mit kantigem Stengel.

	Euphorbiaceae.	
[*Euphorbia* Sect. *Adenopetalum*, Subsect. *Crossadenia* Boiss. *E. phosphorea* Mart. — Bahia, Brasilien. — Sx.]		

x. Succulente und zugleich dornige Säulenstämme, einfach oder verzweigt.

	Euphorbiaceae.	
	Euphorbia Sect. *Euphorbium*, Subsect. *Diacanthium*. X *E. canariensis* L., *E. handiensis* Burchard, Makaronesien. X *E. virosa* Willd., *E. tetragona* Haw., Südafrika. *E. abyssinica* Räuschel, Abyssinien. — *E. nyikae* Pax und mehrere andere, Ostafrika. X — Sx. X *E. triaculeata* Forsk. Abyssinien, Arabien. X *E. triacantha* Ehrenb. Abyssinien. *Euphorbia* Sect. *Euphorbium* Subsect. *Treisia*. X *E. cereiformis* L., Südafrika. *Asclepiadaceae.* X *Hoodia*. — Südwestafrika.	*Euphorbia* Sect. *Euphorbium*, Subsect. *Diacanthium*. X *E. antiquorum* L., *E. trigona* Haw., Vorderindien.

	Asclepiadaceae.	
	X *Decabelone.* — Südwestafrika.	
	X *Duvalia* z. T. — Südafrika.	
	Cactaceae.	
X *Cereus, Pilocereus, Cephalocereus, Echinocereus.* — Süd- und Centralamerika.		

γ. Knollenstämmige Gewächse mit oberirdischer ± kugeliger, succulenter, grüner Assimilationsknolle.

	Euphorbiaceae.	
	Euphorbia Sect. *Euphorbium*, Subsect. *Treisia* Benth.	
	X *E. meloformis* Ait., Karroo.	
	X *E. obesa* Hook. f., Kapland.	
	Passifloraceae.	
	X *Adenia globosa* Engl., Massaisteppe; *A. Pechuelii* (Engl.) Harms, Namib im Damaraland.	
	Siehe auch dornästige Bäume und Sträucher.	
	Cactaceae.	
X *Echinocactus.* — Nord-, Central- und Südamerika. — *Malacocarpus, Melocactus, Mamillaria, Pelecyphora, Ariocarpus.* — Centralamerika.		

C. Gewächse mit wenig auffälliger Entwicklung der Blätter und Internodien, aber mit Einschränkung der Verdunstung.

a. Starrblattstauden.

Kräftig entwickelte Stauden mit reicher Verzweigung und ziemlich breiten, aber starren Blättern.

	Loasaceae.	
Familie in Amerika reich entwickelt; aber keine mit *Kissenia* näher verwandte Gattung.	X *Kissenia capensis* Endl. Südwestafrika, a. d. Grenze der Namib.	X *Kissenia capensis* Endl., Arabien.
	Hydrophyllaceae.	
Familie in Amerika reich entwickelt; aber keine mit *Codon* näher verwandte Gattung.	X *Codon Royeni* L. und *C. Schenckii* Schinz, Damaraland, Namaland.	

b. Kräuter und Halbsträucher mit ausgebreiteten oder aufrechten Zweigen und mit etwas fleischigen oder starren Blättern.

	Myrothamnaceae.	
	X *Myrothamnus flabellifolius* Welw., Südafrika; *M. moschatus* Baill., Madagaskar.	
	Rosaceae.	
	X *Neurada procumbens* L., Nordafrikanisch-Indisches Wüstengebiet. X *N. austroafricana* Schinz, Namib von Südwestafrika. X *Grielum*. — Westl. Kapland und Klein-Namaland.	X *Neurada procumbens* L., Nordwestliches Indien.
	Zygophyllaceae.	
[*Peganum mexicanum* Asa Gray, Nordmexiko. — Sx.]	[*Peganum harmala* L., Mittelmeergebiet und Ausläufer desselben. — Sx.]	X *Peganum nigellastrum* Bunge, östliche und südliche Mongolei. X *P. crithmifolium* Eichwald, Transkaspischer Bezirk.
	Rutaceae.	
[*Thamnosma montanum* Torr., Südkalifornien, Utah, Nordmexiko. — Sx; *Th. texanum* (Gray) Torr. Texas, Arizona, Neumexiko. — Sx.] X *Cneoridium dumosum* Hook. f., südliches Californien.	[*Thamnosma africanum* Engl., Damaraland in Deutsch-Südwestafrika; Südrhodesia. — Sx.] X *Th. socotranum* Balf. f., Socotra.	
	Tamaricaceae.	
		X *Reaumuria*. — Östliches Mittelmeergebiet und Centralasien. X *Hololachne*. — Centralasien.
	Plumbaginaceae.	
	X *Limoniastrum Guyonianum* Dur. — Mediterrane Sahara.	
	Borraginaceae.	
	X *Wellstedia socotrana* Balf. f., Socotra; *W. Dinteri* Pilger, Groß-Namaland.	
	Polygonaceae.	
	Oxygonum. — Afrika. — Sx — X.	

	Aizoaceae.	
	X *Limeum indicum* Stocks, Nubien.	X *Limeum indicum* Stocks, Vorderindien.
	Limeum. — Trop. Afrika, Südafrika. — Sx — X.	
Glinus lotoides L., Südamerika. — Sx — X.	*Glinus lotoides* L. — Afrika. — Sx — X.	*Glinus lotoides* L. — Sx — X.
	X *Orygia decumbens* Forsk., trop. Afrika und Südafrika.	
Trianthema. — Trop. Amerika und Galapagosinseln. — Sx — X.	*Trianthema.* — Afrika. — Sx — X.	*Trianthema.* — Ostindien, Australien. — Sx — X.
	Aizoon canariense L., Makaronesien, Nordafrika, Südafrika. — Sx — X.	
	X *Aizoon fruticosum* Schellenberg, *A. asbestinum* Schlechter, *A. mossamedense* Welw. u. a., Südafrika.	
	X *Galenia papulosa* (Eckl. et Zeyh.) Sond. u. a., Südafrika.	
	X *Plinthus.* — Südafrika.	
	Portulacaceae.	
	X *Portulaca quadrifida* L., Nubien bis östl. Kapland;	X *Portulaca quadrifida* L., Ostindien.
[*Portulaca.* — Trop. Amerika. — Sx.]	*P. foliosa* Ker, trop. Ostafrika, Südafrika.	[*Portulaca.* — Ostindien. Australien. — Sx.]
	Cruciferae.	
	[X *Henophyton deserti* Cosson et Durieu. — Nordafrika.]	
	Resedaceae.	
Oligomeris subulata (Del.) Boiss., Südcalifornien, Neumexiko. — Sx — X.	*Oligomeris subulata* (Del.) Boiss., Makaronesien, Nordafrika. — Sx — X.	*Oligomeris subulata* (Del.) Boiss., Nördliches Indien. — Sx — X.
	X *Oligomeris.* — Südafrika.	
	Verbenaceae.	
	Bouchea garepensis Schauer, Südafrika, *B. sessilifolia* Vatke, Somalland. — Sx — X.	
	Labiatae.	
	[*Aeolanthus.* — Ostafrika, Südwestafrika. — Sx.]	
	[*Coleus.* Mehrere Arten in Ostafrika, z. B. *C. speciosus* Bak., Somalland; *C. coeruleus* Gürke, Usambara. — Sx.]	

Morphologisches.

Sehr viele bei den Xerophyten verbreitete Einschränkungen in der Entwicklung der Sprosse und Blätter treten auch bei anderen Pflanzen auf als bei Xerophyten, so daß man zwar die extremen Fälle der Dornbildung als durch das Trockenklima gesteigert ansehen muß, aber der erste Anstoß zur Dornbildung könnte auch im subxerophytischen Klima gegeben sein, in dem schon recht viele Pflanzen mit verdornten Sprossen vorkommen. Es gibt sogar hygrophile Pflanzen mit verdornten Ästen wie die ostasiatische Rubiacee *Damnacanthus* und die westindische Rubiacee *Scoloranthus versicolor* Vahl; ebenso hygrophile Pflanzen mit Verdornung ganzer Blätter, wie *Limonia*, endlich auch hygrophile Holzgewächse mit starken Stipulardornen, so mehrere *Acacia*, wie *A. spadicigera* Cham. et Schlecht. bei Zacuapan im Bezirk Veracruz auf Waldlichtungen und an Waldrändern im Regengebiet mit 2150 mm jährlicher Niederschlagshöhe (H. Schenk, Die myrmekophilen Acacia-Arten in Engler-Festband der Botan. Jahrbücher 1914, S. 457).

Eine beachtenswerte Tatsache ist aber, daß mit der Verdornung mancher Organe eine Substanzvermehrung verbunden ist, so in höchst auffallender Weise bei *Asparagus racemosus* Willd. an dem basalen dornigen 3—4 cm langen und mehr als 1 cm dicken Sporngebilde der schuppenförmigen Blätter, in deren Achsel sich die Büschel von Phyllokladien entwickeln (vgl. Engler, Pflanzenwelt Afrikas II. Band, S. 289, Fig. 192), bei den Stipulardornen vieler Akazien (z. B. *Acacia horrida*, *A. giraffae*, *A. seyal* u. a.), bei den Blattstieldornen von einzelnen *Pelargonium* und *Sarcocaulon*. Es liegt nahe, diese Art der Entwicklung zunächst damit zu erklären, daß die Verkümmerung und der Abfall der laubigen Spreite oder des Laubblattes mitsamt dem Stil ein Zuströmen der noch vorhandenen Nährstoffe zu den bleibenden Nebenblättern und Blattstielen zur Folge habe, wie umgekehrt bei den hydrophilen, hygrophilen und vielen subxerophilen Pflanzen die starke Entwicklung der Hauptspreiten häufig mit einem Vertrocknen und Absterben oder auch Abfallen der Nebenblätter verbunden ist. Marloth (Das Kapland, S. 334) macht aber darauf aufmerksam, daß bei *Acacia horrida* die anfangs weichen und die Spreite um das Drei- bis Vierfache überragenden Stipulardornen verholzen und glänzendweiß werden, noch ehe das Blatt ausgewachsen ist. Der genannte Autor bezeichnet als Ursache dieser Entwicklung den Nutzen, den die Dornen namentlich an den jungen Bäumen gegen Tierfraß bieten. Auch ich bin der Meinung, daß die Dornen einen solchen Schutz gewähren und daß darum Arten, bei denen die Stipeln sich zu solchen Schutzwaffen entwickelt haben, in den Steppen und Wüsten sich leichter vermehren als andere ungeschützte Holzgewächse. Marloth

macht ferner darauf aufmerksam, daß hauptsächlich die jungen Sträucher mit Dornen reich bewehrt sind, dagegen an den älteren Bäumen und oberen Zweigen die Dornen entweder kleiner sind oder ganz fehlen. Hierzu möchte ich bemerken, daß sehr häufig auch in anderen Klimaten junge Sträucher oder Stockausschlagzweige größere Blätter und Nebenblätter entwickeln, als die Zweige älterer Stämme, weil das von unten zuströmende Baumaterial sich an den jungen Stöcken auf weniger Sprosse zu verteilen hat als an den älteren, welche freilich auch mehr Material durch reichere Assimilation herbeischaffen können. Wenn nun einzelne Stöcke einer Art durch die Ausbildung größerer Dornen mehr geschützt waren, so ist die Annahme wohl berechtigt, daß die Nachkommen dieser Stöcke sich besser vermehrten als diejenigen minder bewehrter Stöcke und daß so allmählich die abwehrenden Stipulardornen immer größer werden.

Die Erscheinung, daß einzelne Teile einer Infloreszenz oder fast das gesamte Achsensystem einer Infloreszenz verholzen, während viele Blüten unbefruchtet abfallen oder die Anlage von Blüten an diesen metamorphosierten Zweigen auch ganz unterbleibt, ist keineswegs nur Wüstenpflanzen eigentümlich. Derartiges finden wir bei mehreren Hakenkletterern tropischer Regenwälder z. B. *Ancistrocladus*, der Linaceen-Gattung *Hugonia*, der Anonaceen-Gattung *Artabotrys*, ferner an den rispigen Blüten- und Fruchtständen der subtropischen Anacardiacee *Laurophyllus capensis*, in geringerem Grade bei den fruchttragenden Rispen des Perrückenstrauches *Cotinus*. Bei den zuerstgenannten Hakenkletterern ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Verholzung der Infloreszenzteile mit der ihnen zuteil gewordenen Funktion des Tragens der an ihnen hängenden unteren Stammteile zusammenhängt. Bei *Laurophyllus* und *Cotinus* ist dies nicht der Fall, sondern hier erfolgt ganz dasselbe wie bei den Blütenständen von Steppen- und Wüstenpflanzen. Daß solche Verdornungen bei den letzteren verhältnismäßig häufiger auftreten, ist zunächst wohl darauf zurückzuführen, daß zahlreiche Blüten unbefruchtet abfallen und daß die stehenbleibenden Blütenstiele ebenso wie in anderen Fällen die stehenbleibenden Blattstiele im ariden Klima weniger den schädigenden Einflüssen nasser Witterung ausgesetzt sind und so noch eine Zeitlang ihre Substanz vermehren können, bis sie vollständig verholzen. Die Selektion hat dann bei der Erhaltung solcher Formen ebenfalls weiter gewirkt, wie Marloth an obengenannter Stelle ausgeführt hat. Werden von den bewehrten Euphorbien die Dornen mit dem Messer oder durch Abbrennen entfernt, dann werden sie von Schafen und Ziegen gefressen; es ist daher einleuchtend, daß derartige Dorngewächse sich in der Steppe leichter vermehren können als ungeschützte Arten. Ebenso wie Verdornung von Blättern auch bis-

weilen im regenreichen Klima vorkommt und nicht auf arides beschränkt ist, ist auch die Phyllodinie, welche bei den die Steppen und Wüsten Australiens bewohnenden Akazien so stark in den Vordergrund tritt, nicht ohne weiteres als eine durch das trockene Klima hervorgerufene Bildung anzusehen; denn phyllodine Akazien werden außerhalb Australiens auch angetroffen auf den regenreichen Inseln des Stillen Ozeans, *A. Richei* Asa Gray auf den Fidschi-Inseln und anderen benachbarten, sowie auch noch auf Formosa, *A. laurifolia* Willd. auf Neucaledonien, *A. koa* A. Gray auf den Sandwich-Inseln von 500 bis 1300 m ü. M. Ruten- und Besensträucher fehlen zwar keineswegs in regenreicheren Gebieten, wie die in Mitteleuropa und im Alpengelände vorkommenden *Sarothamnus scoparius* (L.) Koch und *Genista radiata* (L.) Scop. beweisen, aber auch diese Arten sind edaphisch xerophil und es ist kein Zweifel, daß das aride Klima Verkleinerung und Verkümmerung der Blattspreiten herbeiführt, die um so weniger nachteilig ist, je mehr der Stengel sich an der Assimilation beteiligt. Wenn lange grüne Stengelinternodien diese Funktion übernehmen, dann kann selbst bei Sumpfpflanzen, z. B. den tropisch-afrikanischen Scrophulariaceen aus der Gattung *Dopatrium* und der Primulacee *Samolus junceus* R. Br. von Westaustralien eine starke Verkleinerung der Blattspreiten eintreten. Die Gliederpflanzen schließen sich einerseits an die Rutenpflanzen, anderseits an die Succulenten an; sie sind wie diese auf wenige Familien, und zwar meist auf dieselben, denen die Succulenten angehören, beschränkt. Mit Ausnahme der epiphytischen Rhipsalideen gehören sie nur den xerophytischen und subxerophytischen Formationen an.

Unter den Saftspeicherpflanzen finden wir auch viele, welche nicht in Steppen und Wüsten vorkommen. Ansammlung von Wasser und Nährstoffen in unterirdischen Wurzelknollen und Stammknollen oder Rhizomen ist nicht nur bei Subxerophyten (vgl. die Übersicht) verbreitet, sondern auch bei manchen Hygrophyten anzutreffen. So finden wir z. B. starke fleischige Wurzelknollen bei der epiphytischen zwischen Moos an Baumstämmen des ostafrikanischen Nebelwaldes vorkommenden Melastomatacee *Medinilla Engleri* Gilg (vgl. Engler, Pflanzenwelt Afrikas I, S. 317, Fig. 284), knollige Rhizome bei Araceen (*Colocasia*, *Alocasia*, *Arisaema*, *Amorphophallus*, *Stylochiton* u. a.), Cyanastraceen (*Cyanastrum*), starke unterirdische Knollen bei der afrikanischen Gattung *Icacina*. Von einzelnen dieser Gattungen finden sich ebenso Arten im Regenwald wie in der Buschsteppe (*Amorphophallus*, *Stylochiton*, *Cyanastrum*). Wir können daraus schließen, daß Pflanzen, welche Neigung zur Entwicklung von unterirdischen ausdauernden Speichern besitzen, besonders befähigt sind, auch dann noch weiter zu existieren, wenn sie einem trockeneren Klima

ausgesetzt werden. Auch oberirdische Knollen kommen bei einigen Pflanzen der tropischen Regenwälder vor, fleischige bei den Rubiaceen *Myrmecodia* und *Hydnophytum*, mehr holzige bei der im Nebelwald des östlichen Himalaya auch epiphytisch vorkommenden Ericacee *Pentapterygium*. Weichholzige dickstämmige Bäume von der auffallenden Gestaltung der *Adansonia* finden wir zwar nicht in hygrophiler Formation, aber in subxerophilen Formationen treten Anfänge dieses Typus auf, welche teils auch der Familie der Bombacaceen, teils den Phytolaccaceen angehören. Die weichblättrigen bis succulentblättrigen Chenopodiaceen, welche in manchen Wüstenformationen auftreten, können nur von halophilen Formationen ausgegangen sein. Dagegen sind succulentblättrige Gewächse in allen Formationen anzutreffen, in halophilen, hydrophilen und hygrophilen außer in den subxerophilen und xerophilen, wo sie zu der aus meiner Übersicht ersichtlichen Vielgestaltigkeit gelangt sind. Die Crassulaceen-Gattungen *Sedum* und *Sempervivum* zeigen schon sehr verschiedene Wuchsformen in den mesothermen Gebieten und Regionen, auch die subtropischen *Crassula* und *Cotyledon* präsentieren sich in mannigfacher Gestalt von kleinen Annuellen und Stauden bis zu reich verzweigten Blattsucculenten und endlich bis zu Holosucculenten von fast baumartiger Entwicklung, wie bei *Cotyledon fascicularis*, der an der Grenze des südwestlichen Kaplandes und der Karroo vorkommt. Bei den Portulacaceen haben wir mannigfache Krautformen mit succulenten Blättern schon in den Wald- und Steppenformationen Nord- und Südamerikas, und in Afrika entwickeln sie sich zu kleinen Halbsträuchern und succulentblättrigen Zwergbäumchen. Die *Aloïneae* und die *Aloë* selbst bieten uns in subxerophilen Gebieten Formen dar, welche noch nicht succulentblättrig sind (*Notosceptrum*, *Chamaealoë*, *Chortolirion*, *Aloë* Sect. *Leptaloë*) und dann mannigfache Wuchsformen von Blattsucculenten und Holosucculenten bis zu den gewaltigen Baumformen der *Aloe dichotoma* und der *A. Bainesii*, welche sich in den Steinsteppen Südafrikas wohlfühlen (s. Engler, Pflanzenwelt Afrikas II, S. 313—342). Ebenso sehen wir bei den *Cissus* der Sektion *Cyphostemma* weitgehende Neigung zur Wasserspeicherung. Zahlreich sind in den Steppen Südafrikas die Arten mit fleischiger Knolle und succulenten Blättern; dann sehen wir bei *Cissus Seitzii* Gilg et Brandt und *C. Bainesii* die Knolle über der Erde sich entwickeln, bei *C. Juttae* Dinter schon einen 1 m hohen Stamm und bei *C. Crameriana* Schinz einen durch Adventivknospenbildung verzweigten, weit über Manneshöhe hinausgehenden Stamm mit ziemlich starker Krone (s. Engler, Pflanzenwelt Afrikas I, S. 531, Fig. 400). Wir können uns recht gut vorstellen, daß bei einem Teil dieser *Cissus* die unterirdische Knolle allmählich zu einer oberirdischen und schließlich zu einem richtigen Stamm wurde. Die unterirdische Knolle ist wohl gegen Tierfraß

und Fäulnis mehr gesichert als der oberirdische succulente Stamm, solange dieser nicht eine Korkschicht besitzt. Aber diese Stämme sind mit einer glatten Korkschicht versehen, welche Schutz gegen Mikroorganismen gewährt, die in zufällig entstehende Wunden eindringen könnten; auch sind gerade in dem ariden Klima den Pflanzen schädliche Mikroorganismen nur sehr wenig oder gar nicht vorhanden, so daß ich hierin auch einen Grund für das Gedeihen der Succulenten in den Steppen und Wüsten sehen möchte. Inwieweit Schutzmittel gegen Tierfraß bei diesen *Cissus* vorhanden sein mögen, vermag ich nicht zu entscheiden.

Mannigfache Succulenten finden wir bekanntlich bei *Euphorbia* in den Sektionen *Euphorbium* und *Treisia*. Während bei *Euphorbia splendens* auf Madagaskar und bei *E. abyssinica* Räuschel in den Bergwäldern Abyssiniens an dem succulenten Stengel noch Laubblätter entwickelt werden, welche längere Zeit erhalten bleiben, sehen wir diese bei *E. abyssinica* in der xerophilen Buschsteppe oder in der Felsensteppe frühzeitig abfallen; ebenso sind bei den meisten anderen Kandelabereuphorbien die Blätter sehr klein und abfällig, während die Nebenblätter sich vergrößern und verdornen. In der Sektion *Treisia* dagegen schwellen bei einem Teil der Arten mit den Stämmen zugleich die Blattbasen an und deren Achselsprosse verdornen, während wir bei anderen Arten (*E. meloformis*) an dem eine Assimilationsknolle bildenden Stamm die Blattanlagen frühzeitig absterben, die Achselsprosse aber sich entwickeln sehen.

Bekanntlich haben wir auch bei den Cactaceen in *Peireskia* noch eine Holosucculente, während die anderen alle (viele Hunderte) zu mannigfachen Stammsucculenten sich entwickelt haben. Auch bei den Asclepiadaceen finden wir innerhalb enger Verwandtschaftskreise verschiedene Stufen der Succulenz. Neben subxerophytischen *Ceropegia* mit windenden Stengeln und dünnen Blättern gibt es andere subxerophytische mit succulenten Blättern und wieder andere mit unterirdischen Knollen und aufrechten beblätterten Stengeln, endlich mehr xerophile Stammsucculenten mit frühzeitig abfallenden Blättern (*C. dichotoma* Harv. der Canaren), dann solche, bei denen, wie bei den Stapelien Blattspreiten nur noch als kleine Spitzchen zur Entwicklung kommen (vgl. *C. stapeliiformis* Harv. in Engler und Prantl, Nat. Pflanzenfam. IV. 2, S. 271, Fig. 80). Auch für die in Afrika so reich entwickelten, in Vorderindien nur noch schwach auftretenden stammsucculenten *Caralluma* und die vielen verwandten Gattungen existiert noch ein morphologischer Vorläufer in der holosucculenten *Frerea indica* Dalz. Vorderindiens. Ebenso läßt sich für die succulenten *Senecio* eine morphologische Reihe aufstellen, welche von normal beblätterten Arten zu Holosucculenten und blattwerfenden Stammsucculenten hinüberführt. Sehr klar liegt die morphologische Stufenfolge für verschiedene Lebensformen inner-

halb der Gattung *Mesembrianthemum* vor uns. Von den buschigen *Mesembrianthemum* kommen wir zu besenartigen Halbsträuchern, wie *M. junceum* Harv., zu dornigen Halbsträuchern, wie *M. spinosum*, und zu Polsterpflanzen, wie *M. Marlothii* Pax, von diesen unter Beschränkung der Blattzahl und Anschwellung der einzelnen Blätter zu den knollenblättrigen Succulenten, wie *M. Bolusii* Hook. f., und zu den dickblättrigen hypogäischen *M. rhopalophyllum* Schlechter, anderseits durch Verkümmerung der Blätter zu den stammsucculenten *M. salicornioides* Pax. Auch für den Typus der knollenstämmigen Passifloraceen aus der Gattung *Adenia* mit ihren Dornsprossen finden wir hygrophile und subxerophile Vorläufer, wobei ich immer nur die Wuchsform, den Typus, nicht die Arten selbst im Auge habe. Endlich haben wir auch innerhalb der Gattung *Dorstenia* eine Stufenfolge von Arten mit unterirdischer Knolle zu solchen mit über die Erde tretender Knolle und schließlich die stattliche *Dorstenia gigas* Schweinfurth mit baumförmigem Wuchs und succulentem Stamm. Daß zwischen den uns bekannten Stufen der Succulentenreihen noch mehrere fehlen und daß mancher Typus wie z. B. *Dendrosicyos* gegenwärtig isoliert dasteht, darf uns nicht überraschen.

Systematische Ergebnisse.

1. Die Zahl der Familien, innerhalb deren es zur Entwicklung ausgesprochener Xerophyten gekommen ist, ist eine verhältnismäßig geringe. Einige dieser Familien wie die *Gnetaceae*, *Hydnoraceae*, *Chenopodiaceae*, *Aizoaceae*, *Amarantaceae*, *Leguminosae*, *Capparidaceae*, *Moraceae*, *Liliaceae* sind teils wegen ihrer Isoliertheit, teils wegen ihrer Stellung auf niederer Stufe der Blütenbildung, teils wegen ihrer reichen Gliederung in ziemlich scharf geschiedene Unterfamilien und Gruppen als sehr alte Familien anzusehen.

2. Von diesen Familien haben einige in voneinander entfernten Erdteilen Xerophyten geliefert, welche verschiedenen Zweigen dieser Familien angehören, während anderseits dieselbe Gattung einer Familie in räumlich getrennten Erdteilen vertreten ist. Zu der ersten Kategorie gehören z. B. die Liliaceen, von denen in Afrika *Aloineae*, *Dracaeneae* und *Asparageae*, in Centralamerika *Yucceae* und *Nolineae*, in Australien *Lomandreae*, *Dasypogoneae*, *Johnsonieae* und *Calectasieae* mehr oder wenig xerophytisch geworden sind. Von den Polygonaceen haben in Amerika die *Eriogoneae*, in Nordafrika und Centralamerika die *Atraphaxideae* eine xeromorphe Entwicklung eingeschlagen. Von den Chenopodiaceen sind die *Cyclolobeae* vorzugsweise in Amerika und Australien, die *Spirolobeae* insbesondere im Mittelmeergebiet, Afrika und Centralasien vertreten.

Von den Amarantaceen werden in Afrika viele *Celosieae* und *Achyranthinae*, in Amerika und Australien die *Gomphreneae*, in Australien außerdem *Achyranthinae* (*Ptilotus*) xerophytisch. — Zur zweiten Kategorie gehören die Nyctaginacee *Boerhavia*, *Oxalis*, *Zizyphus*, *Convolvolus*, *Ipomoea*, die Celastracee *Gymnosporia*, die Aizoacee *Tetragonia* und die Chenopodiacee *Atriplex* als in Amerika, Afrika, Asien und Australien vertretene Gattungen; ferner: *Ximenia* (*Olacac.*), *Scutia* (*Rhamnac.*), *Talinum* (*Portulac.*), *Ephedra*, welche in Amerika, Afrika und Asien als Xerophyten auftreten.

3. Nicht selten sehen wir, daß einzelne Sippen einer Familie in einem Erdteil zu ungemein reicher Entwicklung xeromorpher Formen gelangt sind, so z. B. die *Aloineae*, die *Mesembrianthemum* und die *Stapelia*-artigen Asclepiadaceen in Afrika, die Cactaceen in Amerika, die *Verbenaceae-Chloanthoideae* in Australien. Von diesen Sippen stimmen die vegetativ recht verschiedenen Typen angehörigen *Mesembrianthemum* im Blütenbau so überein, daß Gattungen nicht unterschieden werden können. Bei den Cactaceen werden die mehr als 1000 Arten der Familie auf 20 Gattungen verteilt; aber K. Schumann, der sich mit den allgemeinen Verhältnissen dieser Familie recht viel beschäftigt hat, spricht sich (in Engler u. Prantl, Nat. Pflanzentum, III. 6a. 174) dahin aus, daß die Gattungsumgrenzungen bei der Flüssigkeit der Formen, welche durch Übergänge miteinander verbunden sind, keine festen sein können und daß eine Reihe von unterschiedenen Gattungen unter sich verbunden sind. Er meint, daß, falls die sonst üblichen Kriterien für die Festsetzung der Gattungsgrenzen bei den Cactaceen eingehalten werden, vielleicht 3 Gattungen, *Cereus*, *Rhipsalis* und *Peireskia*, zu unterscheiden seien, daß aber auch *Cereus geometrizans* mit seiner Rhipsalideenblüte und die Rhipsalidee *Pfeiffera cereiformis* S.-Dyck mit ihren an einzelne *Cereus* erinnernden Blüten auch noch die Scheidewand zwischen *Cereus* und *Rhipsalis* zum Umsturz bringen könnten. Auch die 13 Gattungen der *Ceropegiinae* vom *Stapelia*-Habitus, welche im wesentlichen auf Afrika, zumeist Südafrika beschränkt sind und nur einen Vertreter in Südeuropa, einige auch in Arabien und einen in Vorderindien haben, stehen einander so nahe, daß man ihre Entwicklung in die Zeit nach der Tertiärperiode versetzen könnte. Sehr nahe stehen sich auch die *Aloineae*, eine auf Afrika mit Madegassien beschränkte Sippe, innerhalb welcher die *Kniphofiinae* den hydrophilen Urtypus, die *Aloinae* den sekundären Typus repräsentieren.

4. Im Gegensatz zu den gewissermaßen auf der Höhe der Entwicklung stehenden Sippen von Xerophyten stehen andere, welche in der Gegenwart eine recht isolierte Stellung einnehmen, wie z. B. *Tumboa* in Südwestafrika, *Fouquieria* in Centralamerika.

5. Es gibt einige in mehreren Erdteilen verbreitete Gattungen, von welchen in dem einen Erdteil xeromorphe Formen entstanden sind, während in anderen Erdteilen, welche ebenfalls Steppen und Wüstengebiete besitzen, dieselben Gattungen nicht xerophil werden. So ist *Dorstenia* in Amerika und Afrika vertreten, hat aber nur in Afrika xeromorphe Bildungen aufzuweisen. Dasselbe gilt von der weitverbreiteten Gattung *Capparis*, von *Cochlospermum*, von *Cissus*, von *Senecio*. Sodann gibt es auch einige größere Gattungen, welche in dem einen Erdteil nach einer gewissen Richtung hin xeromorph werden, in dem anderen Erdteil aber eine andere xeromorphe Tendenz aufweisen, so namentlich *Euphorbia*, *Cotyledon*, *Acacia*, auch *Oxalis*. Zum Teil ist mit der verschiedenartigen Xeromorphie auch Verschiedenheit im Blütenbau oder im Fruchtbau verbunden, so daß die andersgeartete vegetative Entwicklung ein weiteres systematisches Merkmal zu den übrigen hinzufügt. Daß in demselben Florengebiet ein und dieselbe Gattung verschiedene Xeromorphien zeigt, ist schon oben gesagt worden.

6. Sehr viele Xerophyten sind subxerophytischen und hygrophytischen so nahe verwandt, daß man kontinuierliche Formenreihen von den hygrophilen bis zu den xerophilen aufstellen kann; es handelt sich hierbei namentlich um Mikrophyllie, Sklerophyllie und auch nicht selten um Verdornung. Für die Gattung *Commiphora* habe ich in einer Abhandlung solche epharmonische Formenreihen aufgestellt (A. ENGLER, Die Verbreitung der afrikanischen Burseraceen im Verhältnis zu ihrer systematischen Gliederung und Einteilung der Gattung *Commiphora*, Bot. Jahrb. Bd. XLVIII, S. 443—490, 1912). Es zeigt sich aber auch da, daß die xeromorphen Formen verschiedene Ausgangspunkte haben. Auch die Abhandlung von DIELS, Die Epharmose der Vegetationsorgane bei *Rhus* §. *Gerontogeae*, Bot. Jahrb. Bd. XXIV (1898) ist in dieser Beziehung lehrreich. Unter derartigen Xerophyten oder Subxerophyten gibt es gewiß viele, welche nur als Standortsformen aufzufassen sind, während andere Mutationen darstellen. Was in jedem Fall vorliegt, kann mit Sicherheit erst durch Kulturversuche entschieden werden; die systematische Vergleichung kann nur dazu dienen, festzustellen, ob wir es mit Formen zu tun haben, bei welchen früher vorhandene Merkmale in beschränktem Maß vorhanden sind, oder mit Formen, bei welchen wirklich neue Merkmale hinzukommen.

7. Die vorangegangenen systematischen Ergebnisse bezüglich der Wüsten- und Steppenpflanzen ergeben, daß offenbar in geologisch jüngster Zeit viel Xerophyten entstanden sind, sowohl durch direkte Ableitung von Subxerophyten, Halophyten, Hygrophyten und sogar Hydrophyten, wie auch durch Mutationen im Kreise schon vorhandener Xerophyten. Diesen verhältnismäßig jüngeren Formen stehen aber auch zweifellos

ältere gegenüber. Solche Xerophyten, wie *Tumboa, Hydnora, Acanthosicyos, Dendrosicyos, Neurada, Arthraerua, Fouquieria,* für welche wir keinen näheren Anschluß an irgendwelche jetzt lebende Pflanzen finden, müssen sehr verschiedene Stadien der Entwicklung durchgemacht haben, bevor sie die gegenwärtige auffallende Gestalt bekamen und fixierten. Auch die Zeiträume müssen große sein, in denen die afrikanischen Pedaliaceen ihre voneinander recht abweichenden Gattungen, *Euphorbia* ihre recht heterogenen Lebensformen in Afrika entwickelten, in denen das amerikanische Cactaceen-Chaos entstand. — Endlich muß auch hier schon einer geographischen Tatsache gedacht werden, nämlich der, daß einzelne ausgesprochen xerophytische Familien, wie die Zygophyllaceen, Aizoaceen und Portulacaceen, welche in den Steppengebieten und Wüsten der südlichen Hemisphäre eine Rolle spielen, zwischen ihren Arealen bei der gegenwärtigen Konfiguration der Kontinente nicht gewandert sein können, sondern daß hierzu die Landbrücken früherer Perioden nötig waren. Auch der Umstand, daß die Chenopodiaceen in den Steppen und Wüsten der nördlichen und südlichen Hemisphäre, der alten und der neuen Welt nicht nur durch dieselbe Gattung (*Atriplex*) vertreten sind, sondern auch eine heterogene, jeden Erdteil charakterisierende Entwicklung gewonnen haben, nötigt uns, für die Salzsteppen- und Wüstengebiete ein höheres Alter anzunehmen, wenn auch ihre Ausdehnung mehrfach eine geringere gewesen sein mag als in der Gegenwart. Für die *Atriplex, Suaeda, Salsola, Salicornia, Kochia* und *Bassia* ist eine ausgedehnte und mit der Konfiguration der Erdteile wechselnde litorale Wanderung anzunehmen; dann aber ist es in den einzelnen Erdteilen zu selbständiger Entwicklung neuer Formenkreise, welche zum Teil als selbständige Gattungen angesprochen werden, gekommen. Hierzu bedurfte es eben auch längerer Zeit, selbst wenn man in Betracht zieht, daß gleichzeitig an verschiedenen Punkten eines größeren Areals Mutationen eintreten können.

Geographisches und Pflanzengeschichtliches.

Es ist schließlich von Interesse, zu untersuchen, wie die Areale der Steppen und Wüsten sich zueinander verhalten, und die Möglichkeiten eines Austausches zu erwägen.

1. Für die wenigen xerophytischen Gattungen, welche allen Erdteilen gemeinsam sind, ist eine Verknüpfung der gegenwärtigen Areale schwer herzustellen. Sie ist leicht möglich, von Nordafrika über Vorderindien nach Burma, dann aber über Vorderindien nur mit einer großen Lücke nach Nordaustralien. Diese Lücke ist jetzt eingenommen von Meer und von Ländern ohne Steppengebiete. Zwar sehen wir auf dem Gipfel des Pangerango in Westjava und in der Sandsee am Bromo

in Ostjava *Artemisia vulgaris* und *Gnaphalium luteo-album* als Beispiele einer Wanderung von borealen Pflanzen über äquatoriale Gebiete; aber dies sind mehr Ruderalpflanzen als Steppenflanzen. Von letzteren können halophile aber, wie schon vorher (S. 618) angedeutet wurde, längs der Küsten gewandert sein, soweit dieselben sandigen Strand darbieten. Wie sollen wir uns nun ferner eine Verbindung zwischen den afrikanischen und amerikanischen Wüsten oder Steppen denken? Zwischen dem Mediterrangebiet sowie zwischen Nordafrika und Nordamerika wäre eine Verknüpfung der Steppenareale zunächst über Ostasien wohl denkbar, aber es fehlen gerade zahlreiche Wüsten- und Steppengattungen, welche sich von Afrika bis Centralasien erstrecken, in Nordamerika; und das ist leicht verständlich, weil ja die waldreichen pazifischen Küstenländer Ostasiens und des nordwestlichen Amerikas als Zwischenstationen für wandernde Steppenpflanzen nicht geeignet sind. Dagegen sind mediterrane Typen, wie die Cistacee *Helianthemum* (nebst den verwandten in Amerika endemischen Gattungen *Hudsonia*, *Lechea*), für welche Entsprechendes in Ostasien gänzlich fehlt, die völlig isoliert dastehende Gattung *Datisca*, die Resedacee *Oligomeris*, die Zygophyllacee *Fagonia*, die Rutacee *Thamnosma* in Nordamerika anzutreffen, und die drei letztgenannten sind xerophytisch. Dies spricht für eine Wanderung mediterran-nordafrikanischer Steppen- und Wüstenelemente nach Nordamerika auf dem Wege der für die Tertiärperiode mehrfach angenommenen nordatlantischen Brücke zwischen Europa und Nordamerika. Zwischen den nordamerikanischen und südamerikanischen Steppengebieten scheinen die äquatorialen Tropenwaldgebiete ein für Wanderungen von Steppenpflanzen schwer zu überwindendes Hindernis darzustellen; aber der Weg vom centralamerikanischen Hochland zu den peruanisch-chilenischen Wüsten und Wüstensteppen ist kürzer als der Weg von Burma nach Nordaustralien, so daß er wohl mit Hilfe der den Xerophyten zukommenden Verbreitungsmittel überwunden werden konnte. Jedenfalls haben ihn die Cactaceen zurückgelegt. Auch bieten einzelne Teile der westindischen Inseln Cuba und Haiti in ihren steppenartigen Formationen die Bedingungen für Xerophyten und haben es wohl noch mehr getan, als sie zusammenhängendes Land bildeten. Zwischen den nordafrikanischen und südafrikanischen Xerophytengebieten, welche so viele Gattungen und sogar Arten (z. B. *Kissenia*, *Wellstedia*) gemeinsam haben, scheint zunächst eine Kommunikation schwer anzunehmen, jedenfalls schwerer als zwischen Nordafrika und Centralasien, zumal die Waldgebiete Afrikas früher eine größere Ausdehnung hatten als in der Gegenwart; aber auch hier bietet die Möglichkeit der Verbreitung von Früchten und Samen durch Tiere und Wind eine Erklärung; ist es doch geradezu erstaun-

lich, wie viele Steppen- und Wüstenpflanzen geflügelte Früchte und Samen besitzen. Endlich kommen für die gemeinsamen Züge der Steppen- und Wüstenfloren auch der versunkene brasilianisch-äthiopische Kontinent oder versunkene große südatlantische Inselgebiete in Betracht, deren Bedeutung für pflanzengeographische Fragen ich im Jahre 1905 ausführlich behandelt habe[1].

2. Die Steppen- und Wüstengebiete Arabiens und Vorderindiens enthalten fast nur Typen, welche sich auch im tropischen Afrika finden; diese erstrecken sich zum Teil auch noch bis Burma, einer (*Ximenia*) bis nach Neukaledonien.

3. Auch die Steppen und Wüsten Centralasiens enthalten fast nur solche xerophytische Typen, welche sich auch in der mediterranen Sahara finden, wenn auch meistens in anderen Arten, außerdem noch endemische Formen des innerasiatischen Florenelements.

4. Die Steppen- und Wüstenflora Australiens besitzt zunächst einige auf der südlichen Hemisphäre allgemein verbreitete Typen, dann aber einige, welche, wie die Zygophyllacee *Nitraria*, auf das nordafrikanisch-indische Gebiet hinweisen, hauptsächlich aber Xerophyten des australischen Florenelements.

5. Die Zahl der tropischen und subtropischen und namentlich extremen Xerophyten ist am größten in Afrika und Amerika. Es haben beide Erdteile nicht nur viele xeromorphe Typen gemein, sondern auch viele Familien und Gattungen mit xerophilen Pflanzen, sogar sehr isoliert stehende Steppentypen, wie die Hydnoraceen und Turneraceen. Anderseits besitzt jeder der beiden Erdteile eigentümliche isoliert dastehende Xerophyten und auch ihm allein zukommende formenreiche Gruppen von Xerophyten. Die beiden Erdteilen gemeinsamen Familien und Gattungen sind a) solche, welche im nordafrikanisch-indischen Wüstengebiet, in Südafrika, in Nordamerika sowie in Südamerika vorkommen (*Fagonia*); b) solche, welche in Nordafrika, Nordamerika und Südamerika gefunden werden (*Ephedra*); c) solche, welche in Südafrika, Südamerika und Nordamerika vorkommen; d) solche, welche nur Südafrika und Südamerika gemeinsam sind (Hydnoraceen).

6. Wenn auch in geologisch jüngerer Zeit und in der Gegenwart die Xerophytengebiete an Ausdehnung gewonnen haben und sehr viele Xerophyten den Eindruck jüngerer Entwicklung machen, so ist doch

---

[1] A. Engler, Über floristische Verwandtschaft zwischen dem tropischen Afrika und Amerika sowie über die Annahme eines versunkenen brasilianisch-äthiopischen Kontinents, Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1905, S. 180—231.

die Zahl der Xerophyten, welchen ein hohes Alter zugeschrieben werden muß und welche ihr Areal in älteren Perioden gewonnen haben, eine so große, daß wir die Existenz xerophytischer Formationen mit siphonogamen Angiospermen schon in der Kreideperiode annehmen müssen. Siphonogame Gymnospermen (Cycadaceen) von mehr oder weniger xerophytischer Beschaffenheit existierten schon in der Juraperiode.

Die Höttinger Breccie bei Innsbruck in Tirol.

Von Prof. Dr. Richard Lepsius
in Darmstadt.

(Vorgelegt von Hrn. Branca.)

Am 29. Juni 1912 hatte die Königliche Akademie der Wissenschaften die Summe von 400 Mark bewilligt als Beitrag zu den Kosten eines Stollens, durch dessen Aufgrabung eine seit längerer Zeit strittige geologische Frage womöglich entschieden werden sollte: es handelte sich darum, ob die am unteren Abhang der »Hungerburgterrasse« nördlich über der Stadt Innsbruck sichtbare graue Grundmoräne unter der roten Höttinger Breccie lagert oder nur dieser Breccie von außen anlagert. Für diese Bewilligung spreche ich hiermit der Königlichen Akademie meinen verbindlichsten Dank aus[1].

Der Stollen wurde von mir und Hrn. Dr. Otto Ampferer, Wien, deswegen im obersten Teile des östlichen Weiherburggrabens angesetzt, weil dieser Punkt am günstigsten für eine Entscheidung lag.

Die Verhandlungen über die Eigentumsverhältnisse dieses Platzes, über die Erlaubnis, dort graben zu dürfen, über die etwaige Gefahr für die in der Nähe befindliche Trinkwasserentnahme der Gemeinde Hötting, über die Art und Weise der Aufgrabung und über Engagierung und Kostenvoranschläge eines Unternehmers, sowie andere Umstände zogen sich derart in die Länge, daß die Grabung erst zu Pfingsten des Jahres 1913 beginnen konnte.

Bei den Stollenarbeiten während des Sommers 1913 hatte ich mich der ausgezeichneten Hilfe der Wiener und Innsbrucker Geologen zu

[1] Da ich nach den Verhandlungen mit den Innsbruckern im Jahre 1912 bereits voraussehen konnte, daß die von der Berliner Akademie bewilligten 400 Mark nicht ausreichen würden, hatte ich im Winter 1912 auf 1913 die Wiener Akademie für die Sache zu interessieren gesucht, mit dem guten Erfolg, daß auf Antrag der Herren Akademiker, Hofrat Prof. Dr. Fr. Becke und Prof. Dr. E. Brückner, die kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien in zwei Raten je 600 Kronen bewilligte. Die Gesamtkosten der Stollengrabung haben nach der Abrechnung im Herbst 1913 im ganzen 1539 Kronen betragen; in dieser Summe sind nur die Kosten der Arbeiten des Bauunternehmers, keinerlei persönliche Aufwendungen der zur Anleitung und Aufsicht tätigen Geologen verrechnet worden.

erfreuen; insbesondere habe ich den folgenden Herren für ihren großen Eifer und ihre tätige Mitarbeit zu danken: Dr. Otto Ampferer, Sektionsgeologe der k. k. Geologischen Reichsanstalt in Wien, der in dieser Sache speziell der Vertrauensmann der Wiener Akademie war[1]; Dr. Br. Sander, Praktikant der k. k. Geologischen Reichsanstalt in Wien; Kommerzialrat und Ingenieur L. St. Reiner in Innsbruck. Im besten Einvernehmen haben Hr. Dr. Ampferer und ich alle Anordnungen für die Arbeiten gemeinsam getroffen; die beiden andern genannten Herren hatten die Güte, die Aufsicht über die Schürf- und Bauarbeiten während unserer Abwesenheit zu übernehmen.

An dem Orte, an dem der Stollen von uns angesetzt wurde, steigt die von außen sichtbare Oberfläche der grauen Grundmoräne verhältnismäßig hoch an, während sie gegen die Mitte dieses obersten Teiles im östlichen Weiherburggraben, also nach Westen zu, um etwa 6 m rasch absinkt; da die Moräne zugleich auf dieser östlichen Seite des Grabens stark nach Süden, also im Berghange gegen das Inntal, vorspringt vor dem Steilhange der überragenden Höttinger Breccie, so konnte es scheinen, als ob hier die Moräne nicht unter, sondern vor der Höttinger Breccie lagere. Es haben sich daher diejenigen Geologen, welche früher die Weiherburggräben besuchten, gerade auf diese Stelle berufen, wenn sie meinten, daß die Moräne anlagere. Auch wurde diese Ansicht bestärkt dadurch, daß die vorgelagerte graue Grundmoräne sich als ein ungewöhnlich frisches Gestein darstellte, während die überragende 25—30 m hohe Steilwand der Höttinger Breccie ein durch und durch stark verwittertes Gestein zeigte und daher ein geologisch weit höheres Alter der Ablagerung anzudeuten schien.

Zugleich sind die schroffen Abstürze und Steilwände der Höttinger Breccie an dem ganzen etwa 1000 m hohen und mehrere Kilometer langen Südabhange der Solsteinkette über Innsbruck überall stark ausgewaschen und unterhöhlt, so daß Höhlen von 5 bis 10 m Tiefe in den fest mit Kalk verkitteten Höttinger Breccien nichts Seltenes sind.

Endlich besteht die auffallende Tatsache, daß in der grauen Grundmoräne im Weiherburggraben neben den vorherrschenden schön polierten und stark gekritzten Kalkgeschieben die Gerölle von kristallinen Gesteinen, aus den Zentralalpen herstammend, nicht selten, sogar stellenweise ziemlich häufig sind, während die überragende rote Höttinger Breccie des Hungerburgbodens, welche etwa 30 m mächtig

[1] Der Bericht des Hrn. Dr. O. Ampferer über das Resultat der Stollengrabung ist in der Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, am 12. Februar 1914 vorgelegt und vor kurzem im Druck erschienen.

durch den ganzen Gebirgshang fortstreicht, ausschließlich nur Kalksteingeschiebe, aber gar keine kristallinen Gerölle führt.

Diese Gründe berechtigten also wohl zu der Annahme, daß die graue Grundmoräne im Weiherburggraben nicht als eine ältere Ablagerung unter der roten Höttinger Breccie lagere, sondern erst später in die Höhlungen der älteren Breccie vom Inngletscher hineingepreßt worden sei.

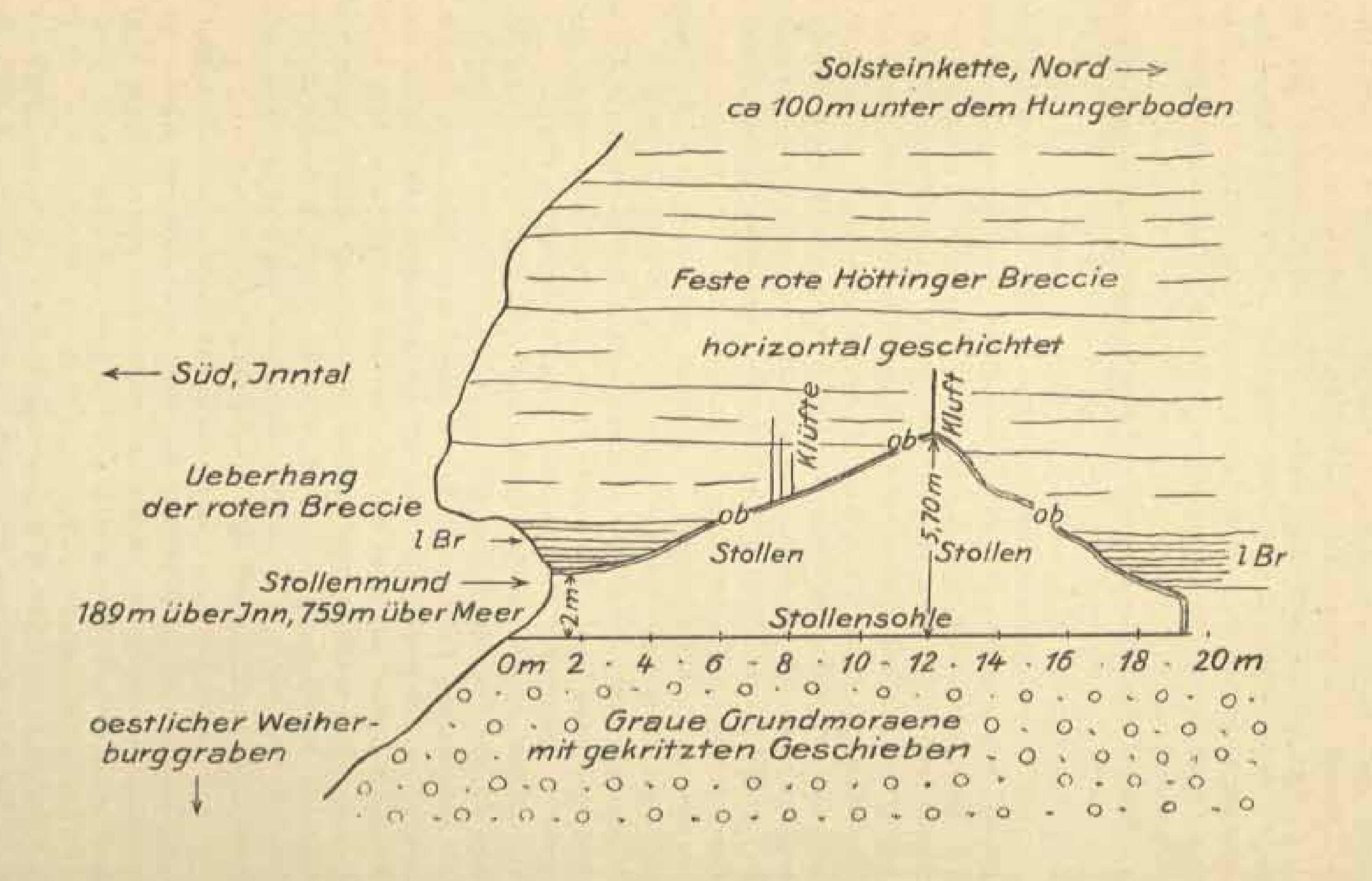
Unsere Stollenaufgrabung hat nun unzweifelhaft nachgewiesen, daß die graue Grundmoräne wirklich unter der roten Höttinger Breccie lagert und daß sie daher älter ist als diese.

Der Stollen, den wir im östlichen Weiherburggraben unmittelbar auf der Grenze zwischen der hangenden roten Breccie und der liegenden Moräne hatten aushauen lassen, erreichte im August 1913 eine Länge von 17.80 m; die Arbeit hatte so lange Zeit angedauert (von Anfang Mai bis August), weil die graue Grundmoräne, in welche der Stollen mit dem Pickel hineingehackt werden mußte, ganz außerordentlich fest gepackt lag, auch in dem engen Stollen nur zwei Arbeiter arbeiten konnten: der eine Arbeiter hackte, der andre schaffte das gelöste Material hinaus. Es durfte auch nicht geschossen werden, erstens wegen der überhängenden Breccienwand, welche leicht nachgestürzt wäre, zweitens wegen der Gefahr für die nahen Quellen der Höttinger Wasserversorgung.

Da die Breccie noch 4—5 m weit außen vor dem Stolleneingang über der anstehenden Moräne überhängt, konnten wir also durch den Stollen an dieser Stelle im obersten Teile des östlichen Weiherburggrabens nachweisen, daß die Moräne wenigstens 22 m tief von der roten Breccie überlagert wird.

Die Moräne ist petrographisch eine echte schlammige Grundmoräne: ein hellgrauer, etwas gelblicher, feinsandiger Mergel, der mit verdünnter kalter Salzsäure stark braust; er enthält sehr viele, ganz kleine, glänzende Muskovitblättchen; er führt zahlreiche kleine bis kopfgroße Geschiebe von grauen bis dunkelgrauen Kalksteinen, die kleinsten abgekantet, die größeren abgerundet, ganz glatt poliert und dabei vielfach gekritzt. Neben den bei weitem vorherrschenden Kalkgeschieben liegen wenige, gänzlich abgerundete Gerölle von kristallinen Gesteinen der Zentralalpen (aus dem oberen Inntal), welche nur bis faustgroß werden; sie zeigen kaum Kritzer, weil sie härter sind als die Kalkgeschiebe; es sind fast nur Gneise in vielerlei Arten, unter denen Amphibolgneise vorwiegen.

Der obere Teil der vom Stollen durchfahrenen Grundmoräne ist etwas heller gefärbt als der untere Teil, weil jener durch das von der mächtigen überlagernden und löchrigen Breccie durchsickernde


Solsteinkette, Nord ⟶
ca 100 m unter dem Hungerboden
Feste rote Höttinger Breccie
horizontal geschichtet
← Süd, Jnntal
Klüfte
Kluft
ob
ob
ob
5,70 m
Ueberhang
der roten Breccie
1 Br
Stollen
Stollen
1 Br
Stollenmund ⟶
189 m über Jnn, 759 m über Meer
2 m
Stollensohle
0m 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 m
Graue Grundmoraene
mit gekritzten Geschieben
oestlicher Weiher-
burggraben

Bergwasser etwas ausgelaugt ist; eine scharfe Grenze ist daher natürlich nicht vorhanden. Die oberste dünne (5—10 cm) Schicht dicht unter der auflagernden roten Breccie ist am stärksten ausgelaugt, dadurch etwas sandiger, auch eisenrostig durchzogen (das Eisen stammt aus der roten Breccie); diese oberste Lage ist stark verquetscht, offenbar durch die schwere Last der etwa 30 m mächtigen überlagernden Breccienmassen; im übrigen ist diese Oberflächenschicht der Grundmoräne ebenso zusammengesetzt wie diese: sie enthält die vielen kleinen Glimmerblättchen, sie führt auch einzelne Geschiebe, und sie braust mit Säure.

Die rote Höttinger Breccie lagert diskordant und übergreifend auf der Grundmoräne, wie dies die hier beistehende Zeichnung angibt. Die untersten, etwa 1.50 m mächtigen Lagen bestehen aus ziemlich locker aufgehäufter roter Breccie (l Br), weniger mit sekundärem Kalkzement verkittet wie die höheren Schichten. Dadurch, daß diese lockeren Breccien unter den festen und harten Breccienbänken von den über der abdichtenden Moräne ausfließenden Bergwässern leichter fortgewaschen wurden, entstand der regelmäßig an der Basis der Hungerburgterrasse durchziehende Überhang der sehr festen, mit Kalk verkitteten roten Breccien.

Die graue Grundmoräne ist hier im östlichen Weiherburggraben 10—15 m mächtig; unter ihr stehen, im Berghange durchgehend, die Triasdolomite an; die Oberfläche dieser Dolomite liegt ungefähr 175 m über dem Innspiegel. Um diesen Betrag ist der Triasdolomit seit Ablagerung der grauen Moräne vom Innflusse vertieft worden.

Ursprünglich kam diese Grundmoräne über das ganze breite Inntal und weit den Inn aufwärts und abwärts unter dem Inngletscher zur Ablagerung. Sehr große Massen dieser alten Moräne wurden also vom Flusse fortgewaschen; aus den ausgewaschenen Geschieben entstanden Schotter, aus dem feinsandigen grauen Schlamme entstanden die sogenannten Bändertone, welche in Seen und Teichen des breiten Tales in dünnen Lagen abgesetzt wurden. Solche mächtigen Bändertone werden z. B. 15 km unterhalb Innsbruck von der Tonwarenfabrik Fritzens in einem großen Bruche abgebaut.

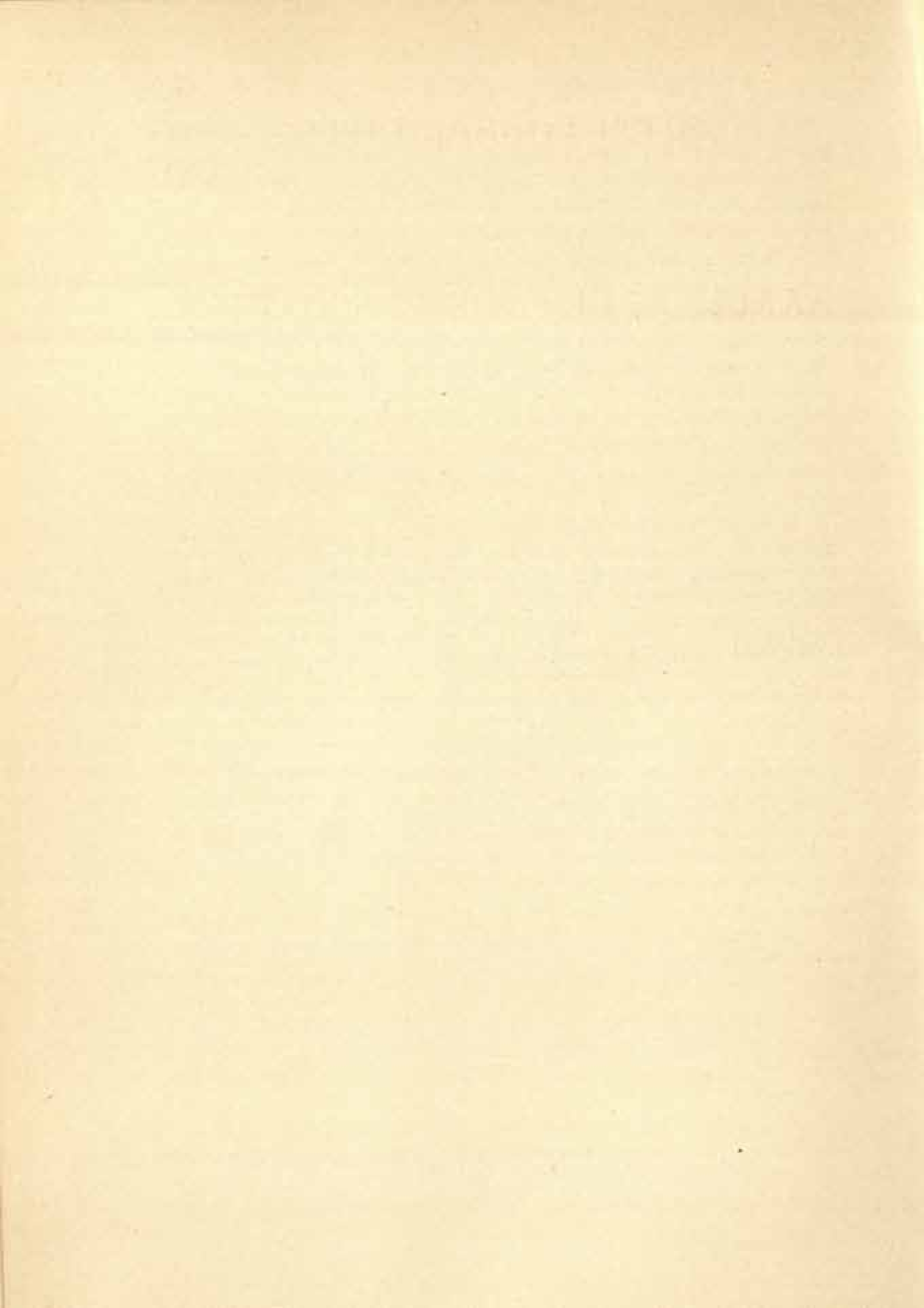
Die Auflagerung der roten Höttinger Breccien auf der grauen Grundmoräne ist nicht gewaltsam, sondern in ruhigem Absatze geschehen: denn nirgends ist ein Eindringen oder Einspülen der roten Breccie in die unebene Oberfläche der grauen Moräne zu erkennen.

Es ist ein seltener Fall, daß eine alte Schlammoräne derart und gänzlich unvermittelt von groben Breccien, in denen gar keine Spur des Moränenmaterials, nicht einmal die massenhaft in dem Moränenschlamm sitzenden kleinen Glimmerblättchen oder die Geschiebe

vorhanden sind, überlagert wird; nicht ein einziges gekritztes Kalkgeschiebe, nicht ein einziges kristallines Gerölle ist in der roten Breccie der Hungerburgterrasse aufzufinden, obwohl in dem großen Mayrschen Steinbruche oder am Seehofe die besten Aufschlüsse in der roten Breccie zu sehen sind und unzählige Bruch- und Hausteine liegen.

Damit zukünftig jeder Geologe, der sich für diese merkwürdige Lokalität interessiert, ohne den bisherigen etwas schwierigen Abstieg in den östlichen Weiherburggraben gelangen kann, hat die Stadtverwaltung von Innsbruck einen bequemen Weg zu unserem Stollen hin von dem Stadtpark der Weiherburg her, also von unter her, bauen lassen. Wir hoffen, daß recht viele Kollegen diesen »Geologensteig« benutzen und durch ihre Beobachtungen beitragen werden zur weiteren Aufklärung der vielen geologischen Fragen, welche sich an die Höttinger Breccien, an die Moränen, an die fluvioglazialen Schotter usw. bei Innsbruck immer weiter anknüpfen werden. Einige dieser Fragen habe ich in einem Vortrage besprochen, den ich am 24. September 1913 auf der 85. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien über das Alter der Höttinger Breccie gehalten habe; dieser Vortrag wurde zuerst in der Zeitschrift »Naturwissenschaften« am 14. November 1913 (46. Heft S. 1122, Verlag von Julius Springer in Berlin) mit einem Profile durch die Glazialablagerungen bei Innsbruck veröffentlicht.

Ausgegeben am 28. Mai.



1914.
XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

14. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. Dressel las über drei Medaillons der römischen Kaiserzeit aus dem Königl. Münzcabinet.

Das auf einem Bronzemedaillon des Kaisers M. Aurelius Antoninus (Elagabalus) vom Jahre 222 n. Chr. dargestellte Heiligthum, ein von Hallen umschlossener Tempel, ist als *Elagabalium* zu deuten, weil der vor dem Tempel opfernde Kaiser im syrischen Priestergewande erscheint. — Die mit dem *processus consularis* zusammenhängenden Münzdarstellungen der diocletianischen Zeit bis herab auf Honorius unterscheiden sich wesentlich von denen aus älterer Zeit. Ob die bei Darstellungen der consularischen Auffahrt zuerst auf einem Goldmedaillon von Diocletianus und Maximianus und später noch zwei Mal vorkommende Elephantenquadriga beim Processus wirklich verwandt worden ist, muss bezweifelt werden. — Das Bild auf einem grossen Goldmedaillon von Constantius II (Cohen n. 29), das den Kaiser in einem mit sechs Pferden bespannten Wagen zeigt, stellt nicht einen Triumphzug vor, sondern eine consularische Auffahrt.

2. Hr. Kuno Meyer legte 'Zur keltischen Wortkunde V' vor.

Es werden einige englische Wörter besprochen, die als Entlehnungen in keltischen Sprachen früher bekannt sind als im Englischen selbst; das altirische Wort *greifel* 'Koller' wird aus *gre(g)-suel* 'Pferdedrehe' hergeleitet; eine Anzahl Erscheinungen von Metathese und Svarabhakti im Irischen werden zusammengestellt u. s. w.

3. Hr. Schuchhardt führte im Modell eine Reconstruction des grossen germanischen Hauses von der Römerschanze bei Potsdam vor.

Das Gerüst ist von Hrn. Bauführer Walter Bünte entworfen. Es ergibt sich die Vermuthung, dass auch das mykenische Megaron ein Giebeldach gehabt habe.

Zur keltischen Wortkunde. V.

Von Kuno Meyer.

77. Ir. *reccaire.*

Für dieses aus dem altengl. *reccere* entlehnte Wort führt Stokes in seinen 'Irish Metrical Glossaries' s. v. *rédaire* eine Belegstelle aus der mittelirischen Erzählung *Imtheacht na Tromdáimhe* an, wo es den Begleiter eines Barden bedeutet, der die von diesem verfaßten Gedichte vorträgt. Der Text stammt wohl erst aus dem 14. Jahrhundert; das Wort gehört aber ohne Zweifel schon der altirischen Sprachperiode an. Die Stelle lautet in der Ausgabe der Ossianic Society, vol. V S. 112, Z. 8: *Do fiarfaigh in doirseóir in raibhi dān acu do rīgh Laighean. Atā, ar an clamh, agus is misi is reacaire dō*, d. h: der Türhüter fragte, ob sie ein Gedicht für den König von Leinster hätten. 'Wir haben eins', sagte der Aussätzige, 'und ich bin der Rezitator desselben'. In dieser Bedeutung führt auch O'Brien das Wort in seinem Wörterbuche auf, schreibt es aber mit neuirischer Lautgebung *racaire*, ebenso wie Dinneen, der noch folgende Bedeutungen hinzufügt 'a repeater, a tattler; a romancer; a loquacious person, a storyteller'. Daneben haben beide ein Verbum *reacaim* (O'Brien schreibt wieder *racaim*) in der Bedeutung 'repeat, cry out, mention, enumerate' (Dinneen). Dies ist offenbar aus altengl. *reccan* entlehnt. Von älteren Belegstellen kenne ich nur den aus irgendeinem geistlichen Dichter von O'Brien zitierten Vers:

racfad feasda dān le Dia
'fortan werde ich Gott ein Lied singen',

und folgende Stelle bei O'Davoren Nr. 1395: *cia racaiter trī cait aili ann* 'obgleich drei andere Katzen dort aufgezählt werden'.

78. Ir. *gib-gab.*

Das schottische und nordenglische *giff-gaff*, zunächst im Sinne von 'give and take', dann 'interchange of remarks, promiscuous talk', ist im 'New English Dictionary' zu ältest aus dem Jahre 1549 in einer Predigt Latimers belegt. Im Irischen finden wir das Wort fast sechs Jahrhunderte früher. In der aus dem Ende des 10. Jahrhunderts stam-

menden Erzählung *Airec Menman Uraird meic Coisse* heißt es von einer durch den König berufenen Unterredung seiner Ratgeber und ihren Ratschlägen: *nīrbo gib-gab na cennaige*, d. h. 'das war kein Geschwätz der Handelsleute'. S. 'Anecdota from Irish Manuscripts' II S. 72, Z. 9. Hier wird also mit dem entlehnten Ausdruck *gib-gab* das Anpreisen der Ware und das Feilschen der fremden, gewiß nordenglischen Händler bezeichnet. Die Varianten der Handschriften lauten *gipa-gapa*, *giba-gapa*, wo sowohl *b* als *p* den tönenden Verschlußlaut (*b*) bezeichnen sollen.

Ein ähnliches, ebenfalls mit Ablaut gebildetes Wort findet sich kurz vorher in demselben Text (Z. 6): *nirbu gic-goc Gallgāidel*, d. h. 'das war kein Kauderwelsch von Wikinger-Gälen'. Mit *Gallgōidil* bezeichneten die Iren bekanntlich ebenso wie die Norweger mit *Vikingr-Scotar* die halb zu Wikingern gewordenen Iren, die mehr gefürchtet waren als die Wikinger selbst. Es waren meist Pflegekinder der Norweger (*daltai do Normannaib iad*, Three Fragments of Irish Annals, S. 128), welche Wikingersitten angenommen (*bēs Normannach aca*, ib. S. 138) und sogar ihr Christentum aufgegeben hatten (*daoine iar ttrēgadh a mbaiste*, ib.). So wird auch ihre Sprache ein Gemisch von Irisch und Norwegisch gewesen sein, das in unserm Texte mit *gic-goc* bezeichnet wird. In den Annalen werden sie zuerst im Jahre 855 erwähnt. Der Name ihres damaligen Anführers *Caitill Find* ist ein gutes Beispiel dieser Sprachmischung, indem zu dem nordischen *Ketill* das irische Epitheton *find* 'blond' tritt. In späteren Zeiten scheinen sie sich an der Westküste Schottlands und auf den ihr vorgelagerten Inseln festgesetzt zu haben, da diese Gegenden nach ihnen benannt wurden[1], obgleich heute ihr Name nur noch an Galloway (= *Gallghāedhil*) haftet.

79. Ir. **sperōc** f. 'Sperber'.

Dies Wort findet sich in einem spätmitteliriscben Gedichte auf ein von der Muttersau verstoßenes Ferkel, von welchem ich zwei Handschriften kenne: Brit. Mus. Additional 33.993, fol. 15b und Royal Ir. Academy 24 P. 9. Eine Abschrift der letzteren verdanke ich Hrn. J. G. O'Keeffe. Es heißt dort:

Doirbin dáel dub, doinennta in ball,
sberóg cáel corr can táeb, can tarr.

Statt *sberóg* schreibt 24 P. 9 *spioróg*. Wir haben es mit einem Lehnwort aus dem mittelengl. *sperhauk* (altengl. *spearhafoc*) zu tun, welches sich an die zahlreichen irischen Bildungen mit diminutivem femininen *-ōc* angelehnt hat.

---

[1] So wird z. B. Kingarth in Bute Fél.[2] S. 184 als *i nGallgāidelaib* gelegen bezeichnet (*epscop Cinn Garad i nGallgāidelaib*).

Andere Entlehnungen aus dem Altenglischen sind von STOKES, Linguistic Value of the Irish Annals S. 64 ff. (Beitr. z. Kunde der idg. Spr. XVIII) zusammengestellt. Zu dem dort aufgeführten *rōt* m. 'Weg', das aus altengl. *rād* entlehnt ist, möchte ich bemerken, daß das Wort zu ältest in der Form *rād* (besser *rāt*) belegt ist, die sich Trip. S. 116, Z. 2 findet. Es ist dort so zu lesen:

Fir duba co ngrāine dēt, co ndath ēc ōss ruibnib rāt,
tēora mīli derba dēc, deich cēt cecha mīli ątāt.

'Schwarze Männer mit Zähnegraus, mit Todesfarbe[1], auf vielen Pfaden: dreizehntausend sind es deutlich, zehnhundert in jedem Tausend.'

80. Kymr. *hobihors*.

Das engl. *hobby-horse* im Sinne von 'a person who plays ridiculous antics, jester, buffoon' ist im 'New English Dictionary' erst mit einem Zitat aus Shakespeare (1588) belegt. Im Kymrischen finden wir das Wort über zwei Jahrhunderte früher in einem gegen Dafydd ap Gwilym gerichteten Gedichte des Gruffudd Grug. Er nennt seinen Rivalen dort:

hobihors ym mhob gorsedd,

was man etwa mit 'Hanswurst in jeder Bardenversammlung' wiedergeben kann[2]. Eine große Menge anderer Entlehnungen sind im Index zu der Erstausgabe Dafydds (1789) zusammengestellt, freilich nicht vollzählig, noch immer richtig erklärt. So fehlen z. B. *ancr* (S. 85) 'Einsiedler' aus mittelengl. *ancre*; *adargopwe* (S. 71) 'Spinngewebe' aus *attercobwebbe*; *bargen* (S. 314) aus *bargayn*; *cersi* (S. 268) aus *kersey*; *cwrlid* (S. 233) aus *couverlet* 'counterpane, quilt'; *esgwier* (S. 145) oder *ysgwier* (S. 312) aus *esquier*; *gwart* 'Wärter' (S. 205) aus *ward*; *herod* 'Herald' (S. 21) aus *heraud*; *mwrai* (S. 262) 'dunkelfarbiges Tuch' aus *murrai*; *pert* (S. 321) aus *pert*; *plangc* (S. 410) aus *planke*; *siep* (S. 199) aus *Cheap(side)*; *twrn* (S. 109) aus *turn*; *ysgarlad* 'Scharlach' (S. 312) aus *scarlat*. *Sens* (S. 480) ist mit 'synwyr, pwyll' wiedergegeben, während es 'Weihrauch' bedeutet (*incense*). Andere Sammlungen sind die von STERN in der Zeitschrift f. celt. Phil. III S. 179 ff. aus der 'Vision des Bardd Cwsc' (17. Jahrhundert); von THOMAS POWELL in 'Y Cymmrodor' vol. VI S. 111 ff. (The Treatment of English borrowed words in colloquial Welsh) und von IVOR DAVIES 'Welsh in the 16th and 17th Centuries' (Cardiff 1887, reprinted from the 'Red Dragon'). Aber der Gegenstand ist keineswegs erschöpft, und ich will hier nur auf diese reiche Quelle englischen Sprachguts hingewiesen haben.

---

[1] *ēc*, Gen. Plur.
[2] Vgl. 'the coxcomb of the bazaar', Landor.

81. Kymr. *osai*.

Dieses Wort, welches eine Weinsorte bedeutet, findet sich sowohl im Mittelkymrischen als im Mittelenglischen, wo es *oseye*, *osay*, *ozey*, *ossey* geschrieben wird. Dafydd ap Gwilym gebraucht es öfters; s. Stern, Zeitschr. f. celt. Phil. VII S. 16 Anm. 7. Im New English Dictionary erstrecken sich die Zitate von 1362 (Piers Plowman) bis zu 1615. Es handelt sich offenbar um einen französischen Wein: 'good wyn of Gaskoyne, and wyn of Oseye' heißt es bei Langley; er war weiß[1]: 'white wyn of Oseye' ib.; er wird 1542 'hote' genannt.

So entspricht er offenbar dem 'vin d'Osaie[2]', wie Mätzner, Altengl. Sprachproben I S. 336 zuerst erkannt hat, der allerdings 'vin d'Aussay' schreibt. Wenn er aber *Aussay* von Alsatia herleiten und also einen Elsässer Wein darin sehen will, worin ihm das New Engl. Dict. folgt, so erheben sich nicht nur sprachliche, sondern auch vinologische Bedenken. Da es sich um einen besonders guten Exportwein handelt, so müssen wir doch ein französisches Gebiet suchen, das zu allen Zeiten einen berühmten Wein hervorgebracht hat. Dies meine ich, finden wir in *Auxois*, dem alten *pagus Alsensis*, der mehr als einen weit berühmten Weißwein produziert. Da die Aussprache im 14. Jahrhundert *Osué* war, steht auch lautlich nichts im Wege.

82. Altir. *ros* 'Pferd'.

Dieses aus dem altnord. *hros* entlehnte Wort findet sich meines Wissens nur in zwei Kompositis, dem schon öfters gebuchten *rosualt* 'Walroß' aus *hroshvalr*, auf welches Zimmer (Kelt. Beiträge I S. 271) zuerst aufmerksam gemacht hat[3] und in *ros-chullach* 'Hengst', das sich in den irischen Triaden (s. meine Ausgabe, § 114) findet und mit *echcullach* (Ancient Laws I S. 126, Z. 6) in derselben Bedeutung zu vergleichen ist. Außerdem war den Iren auch das nord. *hestr* bekannt, das freilich nur in Glossaren in der Form *est* vorkommt.

83. Altir. *grefel* m. 'Koller'.

Zu den oben § 47 aufgeführten Kompositis, die den zweiten Bestandteil aus der Wurzel *suel* bilden, läßt sich noch das seltene Wort *grefel* hinzufügen, welches ich nur aus einer Stelle kenne. In dem

[1] Bei Dafydd ap Gwilym wird allerdings auch *osai du* 'dunkler O.' (Ged. 130, 10) erwähnt.

[2] 'Il arrivoit quelquefois au port de Paris de vins singulièrement estimés des gourmets parisiens (unter der Regierung Ludwigs IX). On les nommoit vins de Garache, de Malvoisie, de Lieppe, d'Osaie, vin Bastart, vin de Rosette, vin de Muscadet', sagt Depping in der Einleitung zu E. Boileaus Livre des Métiers (1837), S. LXIII.

[3] Ich füge noch *rosualt* LL 212a 4 zu seinen Zitaten hinzu.

aus dem 9. Jahrhundert stammenden Gedichte über die Meerfahrt Maelduins heißt es (Anecdota I S. 65 § 130) in der augenscheinlich der Zyklopensage nachgebildeten Episode von den Schmieden, welche das Boot Maelduins von der Insel wegrudern sehen: *rosgab greifel*[1], was etwa besagen muß 'Wut ergriff sie'. Ich nehme an, daß das Wort sich aus *gre(g)-sųel* zusammensetzt und ursprünglich die Drehkrankheit der Pferde, den Koller, bedeutet. Ähnlich ist nach Hendersons Vermutung (Fled Bricrenn, S. 173) *grafand* 'Pferderennen' aus *gre(g)-sųend* gebildet. Bei den Iren wie bei den übrigen keltischen Völkern spielte ja das Pferd im Leben wie in der Sprache eine große Rolle. Ich erinnere an Wörter wie kymr. *epil* aus *eb-hil*[2], womit ir. *ech sīla* 'Rassepferd' zu vergleichen ist; an kymr. *eb-rwydd*, dem ein ir. *ech-rēid* entspricht, welches als Substantiv in dem Ausdruck *echrēidh in tīre* AU 1542 vorliegt; an die vielen auf Pferdezucht bezüglichen Epitheta, die Irland und den einzelnen Provinzen so oft in der Dichtung beigelegt werden[3]; an all die Personennamen, die mit den Wörtern *ech* und *marc* (aber nicht mit *capall*!) zusammengesetzt sind, wie z. B. *Ech-cenn* 'Pferdekopf', LL 351b. *Ech-marcach* 'Pferdereiter' AU 1064, *Ech-mīl* 'Pferdekrieger' ib. 988, *Ech-rī* 'Pferdekönig' ib. 1102, *Ech-thigern* 'Pferdeherr' Cog. 104 usw.; und schließlich an Ortsnamen, die das Wort *ech* enthalten, z. B. *Ech-ainech* Trip., jetzt Aghanagh 'Pferdegesicht', *Benn Ech-labra* AU, wohl eine wie eine Pferdelippe gestaltete Bergspitze, usw.

84. Ir. *Īrgalach* n. pr. m.

In meiner Ausgabe der Cāin Adamnāin § 21 ist dieser altirische Personenname fälschlich mit kurzem *i* von mir angesetzt worden, während er doch auf *fīrbrethach*, *fīrthrebach* und *dībdathach* reimt. Er ist also nicht etwa von *irgal* f. 'Streit' abgeleitet und so mit dem in den Contributions angeführten *airgalach* identisch, sondern enthält als ersten Bestandteil das Wort *īr* 'Zorn' und bedeutet demnach 'der Zornesmutige'. Und so wird wohl auch der Beiname des Ēnna Irgalach, Fen. S. 400, Z. 4 mit langem *i* anzusetzen sein. Das Adjektiv *airgalach* aber besteht. Es findet sich z. B. Rev. Celt. XX S. 272, Z. 7: *forna clēferaib .i. forsna airgalachaib.*

---

[1] Handschrift *H* liest *crepeal*; doch ist *g* durch die Alliteration mit *gab* und die palatale Lautgebung durch den Reim mit *triched* gesichert.

[2] Ich verstehe nicht, wie J. Morris Jones dazu kommt, in seiner 'Welsh Grammar' S. 267 *eb-* unter die Präfixe zu setzen.

[3] Z. B. *Ēriu ech-adbal*, Zeitschr. f. celt. Phil. VIII 270; *Ēriu ech-bān*, LL 127a 39; *Ē. echlūath* ib. 152a 17; *a crīch Umaill ech-cairpdig*, ib. 156a 2; *i nEch-mide*, ib. 185a 31, womit *Mide na marc*, MR 138, 5 zu vergleichen ist usw.

85. Ir. *Rechtabra* n. pr. m.

Dieser Personenname, dessen Genitiv *Rechtabrat* lautet (Cāin Ad., S. 20, Z. 2), setzt sich aus dem Adjektiv *recht* 'gestreckt, gerade' (zu *rigim*) und *abra* 'Augenbraue' zusammen und bedeutet also 'der Geradbrauige'. Ein ähnlicher Name ist *Flann-abra* 'der Dunkelrotbrauige', während Beinamen wie *abrat-rūad* 'fuchsrotbrauig', *abrat-chāin* 'schönbrauig', *abrat-gorm* 'dunkelbrauig' häufig sind[1]. Der Name *Rechtabra* hat sich bis ins Neuirische hinein erhalten und ist besonders als der eines der letzten wandernden Barden bekannt, der anglisiert *Raftery* hieß. Douglas Hyde setzt in seinem Buche über diesen Dichter freilich stets dafür *Reachtūire* an, während es gewiß *Reachtabhra* heißen sollte. Zu dem Übergang von *ch* zu *f*, der in der Anglisierung *Raftery* vorliegt, vgl. *Murphy* aus ir. (*mac*) *Murchaid*.

86. Altir. *Fomoire*.

Wenn ich mit der Deutung dieses Völkernamens und des Ortsnamens *Fomuir* (= *fo-muir* 'Land, das am Meere hin liegt'), die ich in den Abhandlungen 1913 Nr. 10, S. 6, gegeben habe, im rechten bin, so stellen sich diese Namen schön zu altbulg. *po-morije* 'Küstenland', preuß. *po-morze* 'Pommern' und lit. *pa-marionis* 'Strandbewohner'.

87. *Succet*.

Der Taufname des hl. Patricius, der britisch sein muß, ist seit alter Zeit[2] als *Sucat* angesetzt und als ein Kompositum aus *su-* = εὐ und *cat* 'Schlacht' erklärt, das dann richtig dem neukymr. *hygad* gleichgesetzt wurde. Dabei hat man aber übersehen, daß die älteste und beste Überlieferung die Form *Succet* bietet, die lautlich zu *Succat* werden mußte, während das Umgekehrte nicht möglich war. So schreibt die älteste Handschrift, das Buch von Armagh, an den drei Stellen, wo der Name vorkommt, *Succetus* (Thes. Pal. II S. 262, Z. 9 und S. 269, Z. 17 u. 18). Dagegen steht in Fiaccs Hymnus im ersten Verse in allen Handschriften das spätere *Succat* (s. Thes. II S. 308). Auch in einer alten rhythmischen Prophezeiung, die Cuchulinn in den Mund gelegt wird, steht *Succet* (LL 122b 37). So wird denn der Name mit *su-* und *cat* nichts zu tun haben und sich vielmehr an gallische Namen wie *Suc(c)io*, *Suc(c)ius*, *Sucellos* anschließen. Dann fällt auch die letzte

---

[1] Auch *Abra* allein kommt als Personenname vor, z. B. Fēl. CLXXIII, Gen. *Abrat*, Rev. Celt. 18, S. 312, *mac Abrai* LL 348a, 352i. Wenn es sich hier überhaupt um unser Wort handelt, könnte es nur Kurzname sein.

[2] Siehe z. B. Trip. S. 412, Z. 6: Succat .i. bretnas sen, deus belli, vel fortis belli a laten, uaire su isin bretnais is fortis, acht cat is bellum.

schwache Stütze der Zimmerschen Hypothese, daß Palladius und Patricius eine und dieselbe Person gewesen seien, die er bekanntlich durch die Gleichung Palladius = Sucat wahrscheinlicher zu machen suchte.

88. Altir. *diam.*

Zu der von Thurneysen, Handb. § 785 besprochenen Form *arim*, die aus der Konjunktion *ara*ⁿ 'damit' und der III. Sg. des Subjunktivs der Kopula besteht, gesellt sich eine ähnliche mit der Konjunktion *dia*ⁿ 'wenn' gebildete Form. Sie liegt in zwei Zitaten in O'Davorens Glossar vor. Dort heißt es in Stokes' zweiter Ausgabe Nr. 826: *diam la firu fō fuirestar* 'if it be well bound by men' und ebenda: *diam īar ndībad fer fō dosloinnter gelfine* 'if after destroying the men the *gelfine* is well rejected'.

89. Ir. *cubail* f.

Dies aus lat. *cubile* entlehnte Wort kommt Ériu IV S. 51 § 11 in einem spätmittelirischen Texte vor: *a ccubhail uaignig* 'in einem einsamen Schlafgemach'.

90. Svarabhakti im Irischen.

Über diese Erscheinung handelt ausführlich Pedersen, Vgl. Gramm. § 225 ff. Doch gibt er für das in § 228 besprochene Svarabhakti nach einem Sonorlaut keine Beispiele aus den Handschriften. Ich stelle hier einige derart zusammen. Die Schreibung *anim* Ml 74d 28 oder *ainim* ib. 30a 9 für *ainm* 'Name' beruht wohl nicht auf Kontamination mit *anim* 'Seele', sondern ist eine Svarabhaktierscheinung. So steht auf einer Inschrift in Clonmacnois *SUIBINE* statt *Suibne* (Thes. II 286); LB 187b 11 *airbirib* statt *airbrib*; Anecd. III 28, 12 *aurnadim* statt *aurnaidm*, wie H schreibt[1]. Dunklen Vokal haben wir in *turcabāil grēne* LB 62b; *baraca* statt *bārca*, R.C. XII 58 § 9; *tarrangaire*, Ir. T. II² S. 110, Z. 17; *furrosaidhi* Ér. IV S. 144 § 20 n. 7 = *farrsaidi*; *Anachis* 'Anchises', TTr.² 1824. 1893.

Die Erscheinung geht gewiß in die ältesten Perioden der Sprache zurück und findet sich schon in den Ogaminschriften, die ja in mancher Beziehung gegenüber der etymologischen Orthographie der Handschriften eine phonetische Schreibung bevorzugen.

John Mac Neill hat og. ANAVLAMATTIAS (Macalister III 151) überzeugend mit dem altir. *Anfolmithe* identifiziert. Dann läßt sich

---

[1] Dagegen ist RC. XXVIII S. 318 § 30 nicht *forimthigh*, sondern *foirmthigh* zu lesen. Das Kompendium fi steht für *foir*.

das A zwischen N und V nur als eine Svarabhaktierscheinung auffassen. Auch das erste I in CORIBIRI (ib. III 133) ist wohl so zu erklären, da der Name doch gewiß dem altir. *Coirp-re* gleichzusetzen ist.

91. Gallische und altbritische Personennamen.

Holder hat in seinem altkeltischen Sprachschatz die Namen der Geistlichen aus Gallien nicht aufgeführt, welche den hl. Patricius auf seiner irischen Mission begleiteten. Auch die sonst in der irischen Literatur sich findenden gallischen und altbritischen Eigennamen hat er nicht alle verzeichnet. Ich stelle sie hier zusammen, zunächst die Namen der fremden Kleriker, die im Zusammenhang mit Patricius erwähnt werden. Sie haben fast alle gallisches Gepräge.

Drei Brüder ***Chataceus***, ***Caturus***, ***Catneus*** und ihre Schwester ***Catnea*** werden Trip. S. 72, 9 erwähnt. Die Namen stellen sich alle zu den zahlreichen mit *Catu-* gebildeten. *Catacus* und *Cattura* finden sich bei Holder belegt.

Ein alter Priester aus der Umgebung des Germanus, der Patricius nach Irland begleitete (Trip. S. 28, 11), hieß ***Segetius***. Der Name ist zweimal bei Holder belegt.

Im Buch von Armagh (Thes. II 262, 39) finden wir einen Abschnitt unter dem Titel De nominibus Francorum Patricii. Hier ist Franci, wie ich 'Fianaigecht', S. X Anm. 1 bemerkt habe, für Galli gesetzt[1]. Die Namen lauten:

Inaepius, vielleicht als *In-epios* zu fassen.

Bernicius (Trip. 104, 32 *Brenicius* geschrieben) vergleicht sich mit dem irischen Kosenamen *Bernuc* LL 339a, der etwa aus *Bern-gal* verkürzt ist.

Hernicius (Trip. 104, 32 fälschlich *Hibernicius* geschrieben). Hier ist das *h* wohl müßiger Zusatz, und der Name stellt sich zu gall. *Ernaeus*.

Nitria, Frauenname (Trip. 106, 1), mit *Nitori*, *Nitrandus* bei Holder zu vergleichen.

Cancen. Vgl. *Cancilus*, *Canciola*, *Cancius* bei Holder.

Die Schwester des hl. Benignus (ir. *Benēn*) hieß nach Trip. S. 98, 4 ***Mathona***. Dies ist der bei Holder belegte Name *Matona*, der wie *Epona* gebildet ist, und zwar von *matu-* 'Bär'. Das verwandte ir. *math*, das auch wohl die Form *Mathona* veranlaßt hat, wird gleichfalls in Personennamen verwendet, z. B. *Math-gamain* 'Bärenjunges', *Math-gen* 'Bärengeburt', wenn dies nicht für *Maith-gen* steht, was zu altbret. *Mat-ganou*, *Mat-ganet* stimmen würde; *Math-lobra*, wohl 'Bärenlippe'; vgl. das in § 83 erwähnte *Ech-labra*.

[1] Vgl. z. B. Venit vero Patricius cum Gallis ad insolas Maccu Chor, Trip. 262, 20.

Die beiden Begleiter des Palladius hießen **Silcister** (Trip. S. 30, 22) und **Solonius** (ib.). Letzteres ist wohl sicher ein gallischer Name; er ist mehrfach bei Holder belegt.

Auch unter den im Buch von Armagh (Thes. II 262, 26) aufgezählten Geistlichen, die Patricius zu Bischöfen weihte, finden sich mehrere offenbar gallische Namen.

Camulacus, von *Camulos* abgeleitet, bei Holder nur als Ortsname belegt.

Maceleus, vgl. *Macelus*, *Macellio* bei Holder.

Melus, s. Holder.

Menathus, bei Holder unter *Menatus* belegt.

Vielleicht sind auch die Namen **Falertus**, **Sencaticus**, **Ordius** in dieser Liste gallischen Ursprungs; ebenso wohl **Caetiacus** (Thes. II 261, 1), das sich zu *Caeto* stellt.

Ausdrücklich als Gallier (*Gall*) bezeichnet ist LL 368b 5 **Mošamōc**. Hier haben wir es mit einem auf irische Art gebildeten Kosenamen zu tun, der einen mit *Samo-* 'Sommer' anlautenden Vollnamen voraussetzt, etwa das bekannte *Samo-genos*.

Ferner wird LL 373b 43 ein Priester **Affinus** *'Franc'* genannt; auch **Rufin**[**us**] *anchora* (i. e. anachoreta), ib. 46 und **Alfinus** *nōebailithir* (der heilige Pilger) ib. 373d 23 waren vielleicht Gallier.

Auch die Namen einiger Vorfahren des hl. Patricius gehören als altbritisch in den 'Altkeltischen Sprachschatz'. Der Name seines Vaters **Calpornus** (so schreibt Patricius selbst den Namen in der 'Confessio'), den die Iren *Calpurn* nennen, erinnert freilich an die *Calpurnii* (Schulze, Latein. Eigennamen S. 138). Der Name kommt jedoch zweimal auf Inschriften in Britannien vor, in der Form *Calpurnius* (Corp. Inscr. Lat. VII Nr. 481) auf einer Inschrift von Hexham und *Kalpurniani* auf einem bei Cawfields gefundenen 'lapis centurialis' (ib. Nr. 679). Ebenso findet sich der Name des Großvaters **Potitus** als *Potitinus* und *Potitianus* (ib. Nr. 1336, 841 und 842). Dagegen weiß ich dem Namen des Urgroßvaters **Odissus** nichts Ähnliches an die Seite zu stellen.

Den Namen der Mutter überliefert Patricius selber nicht, doch geben die ältesten irischen Berichte ihn übereinstimmend als *Concess* an, was ein altbritisches **Concessa** ergeben würde. Der Name gehört wohl zu einem Stamme *Conco-*, von dem der Mannesname *Concerio* und die Völkernamen *Concani* und *Concanauni* bei Holder abgeleitet sind. Ein seltsames Zusammentreffen ist es, daß auf der oben erwähnten Inschrift von Hexham die beiden Namen der Eltern des Patricius sich in dem Nomen und Cognomen eines römischen Präfekten vereinigt finden. Sie lautet: *Q. Calpurnius Concessinius praefectus equitum caesa Corionotatarum manu praesentissimi numinis deo votum solvit.*

Schließlich hätten wir noch den Namen des mütterlichen Großvaters ***Ocmus*** (*Ocmas*, *Ocbas*), ebenfalls nur aus irischen Quellen. Hier erinnert der erste Teil des Namens an gall. *Occo*, *Occus*, *Occiācus*.

92. Irische Kosenamen.

Zu den oben § 33 angeführten Beispielen verschiedener Koseformen möchte ich noch einige Nachträge bringen.

Cathucān kommt LL 149b 15 u. 21 als Koseform für *Cathal* vor. Das Suffix *-ucān* liegt auch in *ōnucān* LL 149b 18 u. 23 als Diminutiv von *ōnmit* vor.

Zu den Formen auf *-u* trage ich noch ***Muru*** nach, das für einen mit *Muir-* anlautenden Namen steht.

Mobī steht sowohl für *Brēnaind* (Lism. L. Z. 3364) als für *Berchān*.

Mochūa für *Crōnān*, Fél.[2] 182. In diesen Beispielen bleibt also von dem Vollnamen nichts als der Anlaut übrig.

Moēca (i. e. Moḟēca) für *Fēchīn*, Fél.[2] S. 48.

Mogopōc, Tig. 660, zu einem der mit *Gob-* anfangenden Vollnamen, von welchen auch *Gobbān* und *Gobnat* herstammen.

Tolūa, Tig. A. D. 613, wohl für *Lugaid*.

Tultōc für *Ultān* steht LL 368g: *Ultān Tigi Tultōc*.

93. Altir. *ar-folnur* 'ich beherrsche'.

Zu dem von Pedersen, Vgl. Gramm. § 729 behandelten Präsensstamm *foln-*[1] stellt sich noch obiges Kompositum, das Rawl. B 502, 125b 12 vorliegt. Es heißt dort in einer sehr alten, in rhythmischer Prosa abgefaßten Komposition: *a Eochaid airtt fūath arafalnathar īath* [*n*]*anēoil* 'o Eochaid Bärengestalt, der du ein fremdes Land beherrschest'.

94. Altir. *as-imm-gaib* 'weist aus'.

Zu den zahlreichen von Pedersen § 734 zusammengestellten Zusammensetzungen mit dem Verbalstamm *gaib-* kommt noch obiges Kompositum hinzu, welches sich in den *Gūbretha Caratniad* (Rawl. B 502, 112b 44) findet. Dies ist bekanntlich eine Sammlung von Urteilssprüchen, die zunächst ungerecht und falsch (*gū-*) erscheinen, bis sie sich durch besondere Ausnahmefälle erklären. Hier heißt es (S. 113a 48): *Ruccus dīth nemthiussa filed do chrud tigi filed. Ba gō, ar Conn, nodbert. Deithbir dam-sa, ol Caratnia; ar asrimgaib in fili dāma* (*.i. fechta fēle*) *asa thig*, d. h. 'Ich habe den Verlust des Dichterprivilegs mit Bezug auf das häusliche

[1] Zu den dort angeführten Formen kommen noch *fallnabthair*, LL 125a 1, *folnaibthir*, ib. 287a 26 hinzu.

Gut eines Dichters angeordnet'. 'Das war falsch von dir geurteilt', sagte Conn. 'Ich habe recht', sagte Caratnia; 'denn der Dichter hatte Gäste aus seinem Hause ausgewiesen'.

95. Altir. *ind-ad-saig-*.

Dies Dekompositum zum Verbum *saigim* 'peto' (Pedersen § 805) liegt bei O'Davoren § 1091 vor, wo zu lesen ist: *inasaigh .i. adcuinnigh, ut est: inasaigh cunnrad cummataid*[1], d. h. 'ein Kontrakt erheischt Gleichheit', nicht, wie Stokes übersetzt, 'he requires a contract . . .'. *Cummataid* ist Akk. Sg. zu einem sonst nicht belegten *cummatu* m.

96. Altir. *Mag-dūn* n. l.

Ein gall. *Mago-dūnum* 'Festung der Ebene' ist nicht überliefert. Ihm würde ein altir. *Mag-dūn* entsprechen, das LL 368g 8 in dem Eintrag *Rōnān Magdūin* vorliegt. Hogan druckt hier im 'Onomasticon' S. 518a irrtümlich *Mag duin*. Wir haben es aber mit einem echten Kompositum zu tun.

97. Altir. *Sen-māl* n. pr. m.

Dieser Personenname, der dem inschriftlich überlieferten altbritischen *Seno-maglos* entspricht, findet sich in den Ortsnamen *Clūain Senmāil* (Trip. 80, 22), jetzt Cloonshanville (Hogan) und *Enach Senmāil*, LL 368e.

98. Eine altirische Glosse.

In dem irischen Donatkommentar der Ambrosiana (L 22 sup.) steht nach Manitius, Geschichte der lat. Lit. des Mittelalters S. 521 folgendes: *Appellatica .do. intēr bēthoha .l. commodes āgal demathācha*. Wir haben es hier offenbar mit einer altirischen Glosse zu 'Appellativa' zu tun, die freilich arg verstümmelt ist. So viel aber scheint klar, daß in *do inter* eine Form von *to-ind-sōim* 'ich übersetze' vorliegt, etwa *dointither*[2] 'es wird übersetzt'. Ferner steht wohl *.l. commod* — die übergesetzten Striche scheinen hier keine Bedeutung zu haben — für *no co mbad* 'oder es möchte sein', worauf dann die Übersetzung von 'Appellativa' mit *agal demathacha* folgt, richtig wohl *agaldemacha*, von altir. *acaldem*, später *acaldam*, 'Anrede' abgeleitet. *bethoha* und *es* bleiben mir unverständlich.

---

[1] cumataigh Ms.

[2] Vgl. den Konjunktiv *mani tintither* Wb 12c 46.

99. Epenthetisches *s* im Irischen.

In den 'Contributions' s. v. *ar-clichim* habe ich darauf hingewiesen, daß die Form des Verbalnomens *airsclaige* durch Einschiebung von *s* aus *air-chlige* entstanden ist. Da diese Erscheinung nicht eben allzu häufig ist, stelle ich hier noch einige weitere Beispiele aus dem Mittelirischen zusammen. Das in den Formen *erlatu* (Ml., Trip. 52, 22), *aurlatu* (bei Windisch), *urlato* (O'Mulc. 326), *arlettu* (LL 373c) belegte Wort, welches 'Gehorsam' bedeutet, findet sich LB 261b 23 als *erslatu* (*co n-erslataid*) wieder. Für *ōrnasc* 'Goldring' steht RC. XII 62 *ōrsnasc*. Neben *gliogarnach* steht eine Form *gliogarsnach* (Dinneen). In all diesen Fällen tritt der Einschub hinter *r* auf. Zwischen *n* und *r* erscheint er in *anstrō* (Contrib.) für *andrō*, das selbst wieder für *an-rō* 'etwas gar zu Arges' steht. Auch in *minscomart*[1] (LL 61a 1, *minscomartach* ib. 4) aus *min* und *comart* f.[2], das wir neben *lām-chomart*, *com-chomairt* (Cath Finntr. Z. 94) finden.

100. Beispiele von Metathese im Irischen.

Die Metathese hat im Irischen seit der mittleren Periode eine große Rolle gespielt und verdunkelt häufig besonders im Neuirischen die Herkunft des Wortes. Es ist daher lehrreich, möglichst viele Fälle zu sammeln, in denen die Erscheinung klar vorliegt. Thurneysen führt in seinem Handbuch § 179 aus dem Altirischen nur *ascnam*, *lugbort* und *bērle* an. Pedersen (§ 334) gibt eine längere Liste aus verschiedenen Sprachperioden, zu der ich folgendes hinzufüge.

achmuire statt *ath-chuimre*, Contrib.
achmusan st. *ath-chomsān*, ib.
annlacad Fen. 98, 16 st. *adnacul*. Ebenso *ro hannlaiced*, ALC 1236.
aspul (Ér. III 144 § 17) 'Apostel' st. *apstal*; *espalaib*, ib. § 18.
bēarlagar aus engl. *vernacular*, mit Anlehnung an *bēarla*.
claechload, RC. IX 480, *clōechlaim* Ér. IV 154, *claechlōbamait-ne*, RC. IX 480, *roclaemchaset*, Rl. 502, 69a 32, *roclaemclai* SR 1295, *claemhclat*, RC. IX 480, *claechlōghdais*, Ferm. 67a, *cloichmōd*, LL 114b 26, alles Formen, die aus *coimchlōim* (*con-imchlōim*) entstanden sind.
cloice st. *coicle*, Acall. 1489n.
coirēal st. *coilēar*.
coisrecaim st. *coisecraim*.
cuidhbius, O'Dav. 33 st. *cuibdius*.
dethfa st. *debtha*, Arch. III 296 n. 4, ist wohl nur graphisch, da die Aussprache *defa* war. Vgl. *deiffir* st. *dethbir*.

---

[1] *minsgamart*, Ir. T. Soc. VIII 15.
[2] Vgl. *im chommairt a claideb*, TTr. 1998.

dīsle st. *dīlse*, Contrib.
dorblus st. *doborsolus*, CCath. Index.
espoc st. *epscop*.
fodesta CCath. 4311 st. *fodechtsa*.
furāil st. *fulāir*.
istad st. *itsad* (*do autsudaib tūaithe*, O'Dav. 101).
itrāsta CCath. 630, *atrāsta* Acall. 5161 st. *i trāth sa*.
Māel-sechlainn st. *Mael-sechnaill*.
seadal st. mittelir. *selat*, RC. XIII 9, 2.
senmōir st. *sermōin*.
sicir 'Seide' st. *siric*, Fianaig. S. 56, 3, Cog. 112, 3.
taimsenann st. *taisfenann*, Acall. 4156 n.
tidlocan, *tidlocad* CL IX 346 st. *tindnacol*.

101. Zur √ *sueizd-*.

Zu dem von Pedersen § 821 besprochenen Verbalstamm *sēt-* liegt eine reduplizierte Form *septais*, d. i. *sephtais*, vor, die sich allerdings, was die Endung betrifft, als spät erweist. Sie findet sich in einem in O'Mulconrys Glossar § 276 zitierten Verse:

curchān dar sāl septais clō
'ein Sturmwind blies das Schifflein übers Meer'.

KOÞANO und Yüeh-shih.

Von Dr. Baron A. von Staël-Holstein
in St. Petersburg.

(Vorgelegt von Hrn. Lüders am 30. April 1914 [s. oben S. 479].)

Im März 1912 wurde beim Dorf Māṭ, das neun englische Meilen nördlich von Mathurā (Muttra) liegt, eine Statue ausgegraben, die zweifellos Kāniṣka[1] darstellt, denn sie trägt die vollkommen lesbare Brāhmīinschrift *Mahārājā rājātirājā devaputro Kāniṣko* und erinnert lebhaft an die Bilder des genannten Yüeh-shih-Fürsten[2], die wir auf seinen Münzen und auf dem Reliquienbehälter von Peshawar finden. An der Tracht des Herrschers fallen besonders die hohen, völlig unindischen Stiefel auf, in denen Sir A. Stein die noch heutzutage in Turkestan allgemein getragenen *chāruks* wiederkennt. Dieselbe Fußbekleidung läßt sich an der ebenfalls dem Funde von Māṭ entstammenden Statue[3] eines anderen Fürsten erkennen, dessen Zugehörigkeit zu einem nichtindischen Volksstamm auch aus der Inschrift des Bildwerks erschlossen werden kann, obgleich uns sein Name nicht erhalten ist. Die In-

[1] Vgl. J. P. Vogels Artikel »A statue of King Kānishka«, Journal of the Panjab Historical Society, Vol. II (1913), Nr. 1, S. 39 ff., und Marshalls »Notes on archæological exploration in India, 1908/09«, J. R. A. S. 1909, S. 1053 ff. und die den Notes beigegebene Tafel III.

[2] Das Zeichen 氏 hat im modernen Dialekt von Peking nach Giles (Chinese-English Dictionary, 2nd ed., Nr. 9978) den Lautwert *shih*. Der Name 月氏 wird gewöhnlich durch *Yüeh-chih* wiedergegeben, weil gewisse chinesische Kommentatoren erklären, daß 氏 in diesem Fall wie 支 (Giles, Nr. 1873: *chih*) gesprochen wird. Wenn ich diese nach Franke (Beiträge aus chinesischen Quellen zur Kenntnis der Türkvölker und Skythen Zentralasiens S. 23) aus verhältnismäßig sehr später Zeit (6.—7. Jahrhundert) stammende Kommentatorenerklärung für unmaßgeblich halte, so darf ich mich auf die Autorität Wylies (Journal of the Anthropological Institute Vol. X, 20—73) berufen, der die Zeichen 月氏 in seinen Notes on the Western Regions konsequent *Yuë-she* transkribiert. Die Buchstaben *Yuë-she* sollen natürlich dieselben Laute wiedergeben, die Giles durch *Yüeh-shih* darstellt. Legge (Fâ-hien's Record of Buddhistic Kingdoms S. 34) transkribiert die Zeichen 月氏 durch *Yüeh-she*.

[3] Diese Statue wird von J. P. Vogel in den Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afdeeling Letterkunde, 4e Reeks, Deel XII, S. 296 ff. beschrieben. Auf der Tafel II ist die Statue abgebildet.

schrift bezeichnet ihn nämlich nicht nur als *mahārāja* und *rājātirāja*, sondern auch als *devaputro*. In meinem Artikel[1] »Was there a Kuṣana race?« (J. R. A. S. 1914, S. 79 ff.) glaube ich gezeigt zu haben, daß dem Stammesnamen gewisser Yüeh-shih-Herrscher das Thema *Kuṣa* (nicht *Kuṣana*) zugrunde liegt, und der vierte Titel, den wir auf der zuletzt erwähnten Inschrift finden, bietet einen weiteren Beweis für die Richtigkeit meiner Behauptung, denn er lautet *Kuṣāṇaṃ putr[o]*.

Es liegt mir jetzt (vgl. K. R. S. 87) ein vorzüglicher Abklatsch der Inschrift vor, den ich der Liebenswürdigkeit des Hrn. F. W. Thomas verdanke. Der Punkt über der Mātṛkā *ṇa* ist deutlich zu erkennen, und wenn wir nicht annehmen wollen, daß er einen Anusvāra repräsentiert, müssen wir ihn auf eine Zufälligkeit zurückführen. Hr. J. P. Vogel, der a. a. O. *Kuṣāṇaputro* liest, schreibt mir: »It is true that there is a depression which m i g h t be taken for an *anusvāra*, but this part of the stone is damaged to such an extent that it may just as well be casual.« Wenn wir annehmen, daß sich in der neuentdeckten Inschrift von Māṭ z u f ä l l i g *Kuṣāṇaṃ* statt *Kuṣāṇa* findet, sind wir gezwungen, an eine ganze Reihe ähnlicher Zufälligkeiten (vgl. K. R. S. 85) zu glauben, was offenbar unzulässig ist. Ich halte es daher für gesichert, daß in der Vorlage des Steinmetzen *Kuṣāṇaṃ putr[o]* gestanden hat.

Man braucht diesen Ausdruck nur mit gewissen Yüeh-shih-Titeln zu vergleichen, die in meinem genannten Artikel aufgezählt werden, um in dem Wort *Kuṣāṇam* einen prākritischen Genitiv Pluralis zu erkennen und *Kuṣāṇaṃ putr[o]* durch »Sproß der Kuṣas« zu übersetzen. Als Genitiv Pluralis von *Kuṣa* ist auch das auf gewissen Münzen[2] Kāniṣkas erscheinende ΚΟÞΑΝΟ zu erklären, und es unterliegt keinem Zweifel (vgl. K. R. S. 85), daß diese Buchstaben dazu bestimmt waren, das Wort *Kuṣānu* wiederzugeben. Die *a*-Stämme der nordarischen Sprache, wie *gyasta*, bilden aber den Genitiv Pluralis auf *ānu* (*gyastānu*), während ihr Nominativ Singularis auf *i* (*gyasti*) ausgeht. Da ferner die Tatsache, daß sich in den Titeln der Yüeh-shih-Herrscher Spuren des Nordarischen feststellen lassen, von verschiedenen Seiten[3] anerkannt worden ist, sind wir in der Lage, *Kuṣānu* für einen nordarischen

---

[1] Im folgenden wird dieser Artikel durch die Buchstaben K. R. bezeichnet.

[2] Die Wörter der betreffenden Legende (ΚΑΝΗÞΚΙ ΚΟÞΑΝΟ ÞΑΟΝΑΝΟ ÞΑΟ), die meiner Meinung nach »Kāniṣka, Kaiser der Kuṣas« bedeuten (K. R. S. 86), wurden bisher anders (ÞΑΟΝΑΝΟ ÞΑΟ ΚΑΝΗÞΚΙ ΚΟÞΑΝΟ) angeordnet. Smith (Catalogue of the Coins in the Indian Museum Calcutta, Vol. I, S. 69) übersetzt die Legende: »Kanishka, the Kushān, king of kings«.

[3] Vgl. Konows Studie »Vedic dasyu toχri dahā« in der Festschrift für Vilhelm Thomsen, S. 96, und Lüders' Abhandlung »Die Śakas und die nordarische Sprache«, diese Sitzungsberichte 1913, S. 426.

Genitiv Pluralis vom Stamm *Kuṣa* zu erklären und anzunehmen, daß der dieser Form entsprechende Nominativ Singularis *Kuṣi* lautete[1].

Kāniṣka, dessen Name auf den Münzen neben dem Genitiv Pluralis *Kuṣānu* (KOÞANO) in der Form KANHÞKI[2] erscheint, wurde also, aller Wahrscheinlichkeit nach, offiziell als ein Kuṣi-Fürst bezeichnet, und dasselbe läßt sich von Kadphises I. behaupten, auf dessen Münzen wir ebenfalls das Wort *Kuṣānu*[3] finden. Ich schließe also aus den Münzlegenden der genannten Herrscher, daß sie Kuṣi-Fürsten waren und rechne mit der Tatsache, daß der Stamm, zu dem sie gehörten, gewissen chinesischen Quellen unter dem Namen 月 (*Yüeh*) 氏 (*shih*) bekannt war. Welche phonetische Bedeutung diesen Zeichen, die im modernen Peking den Lautwert *Yüeh-shih* besitzen, von demjenigen Chinesen beigelegt wurde, welcher sie vor mehr als 2000 Jahren als Bezeichnung eines westlichen Nomadenstamms einführte, läßt sich natürlich nicht mit Sicherheit feststellen, wir dürfen aber wohl annehmen, daß ein alter Dialekt existiert hat, in dem sie *Gur-shi* oder *Kur-shi* gesprochen wurden[4].

Für die Annahme, daß ein modern-pekingesisches anlautendes *y* häufig ein früheres *g*[5] vertritt, spricht der Umstand, daß in alten Transkriptionen nichtchinesischer Wörter mit *g* beginnende Silben vielfach durch Zeichen dargestellt werden, die im modernen Peking *y*[*] lauten. Wenn ich behaupte, daß dem modern-pekingesischen *y* auch im vorliegenden Fall (月 = *yüeh*) ein altes *g* entsprechen kann, so darf ich mich auf die Autorität sehr vieler Forscher berufen, denn fast alle

---

[1] Vgl. die offenbar Yüeh-shih-Herschern gehörenden Titel *sāhi* (*ṣāhi*) »rex« und *sāhāṇu sāhi* (*ṣāhānu ṣāhi*) »regum rex«, die in einem Jainawerk (dem von Jacobi, Z. D. M. G. XXXIV herausgegebenen Kālakācāryakathānaka, S. 262) vorkommen und auch in der Inschrift des Samudragupta (zuletzt herausgegeben von Fleet, Corpus Inscriptionum Indicarum, Band III, S. 8) zu Allahabad erhalten sind.

[2] Auch der Name Huviṣkas nimmt in einigen Münzlegenden, die ebenfalls das Wort KOÞANO enthalten, die Endung *i* (OOHÞKI) an. Vgl. Cunningham, Numismatic Chronicle 1892, S. 8.

[3] Dieses Wort erscheint nach Smith (Catalogue S. 65—66) auf der »griechischen« Seite der Münzen Kadphises' I. u. a. als KOPΣANO, KOÞANO und KOPCANO.

[4] Nach Franke (Türkvölker S. 23) wird im Shuo-wên, dem ältesten Lautwörterbuch (100 n. Chr.), *shi* als der alte Laut des Zeichens 氏 genannt, und wir haben keinen Grund, an dieser Angabe zu zweifeln.

[5] In den von mir herausgegebenen sanskrit-chinesischen Gedichten entspricht z. B. das Zeichen 巘 (*yen*) achtzehnmal der Silbe *gaṇ* in den Wörtern *gaṇḍī*, *gaṇḍīm* usw., das Zeichen 儼 (*yen*) der Silbe *gam* (in *gambhīras*), das Zeichen 娛 (*yü*) viermal der Silbe *gu* (in *guṇa*, *guṇāḥ* usw.) und das Zeichen 虞 (*yü*) der Silbe *gu* (in *guru* und *guṇa*). Vgl. Bibliotheca Buddhica XV, 188/189. Es ist bemerkenswert, daß alle vier Zeichen, ebenso wie 月, heutzutage in Japan *g*[*] gesprochen werden, während z. B. das Zeichen 琰 (*yen*), das *yam* vertritt (Bibl. Buddh. XV, 187) im Japanischen den Lautwert *yen* besitzt.

Sinologen, die die vorliegende Frage behandelt haben, rechnen mit der Tatsache, daß die Zeichen 月氏 einen Namen repräsentieren können, dessen erster Laut ein *g* ist[1]. Für die Möglichkeit, das *y* (in 月 = *yüeh*) auf ein altes *k* zurückzuführen, spricht der Umstand, daß der Name *Kustana* (Khotan) u. a. durch die Zeichen 于 (*yü*) 闐 (*tien*) wiedergegeben wird[2].

月 hat ferner im modernen Kanton den phonetischen Wert *yüt* (nach Giles), während dasselbe Zeichen in Korea *wöl* gesprochen wird, und es steht fest, daß eine ganze Reihe von chinesischen Charakteren, die heutzutage in Kanton *'t* und in Korea *'l* lauten, in alten nichtchinesischen Werken durch Silben wiedergegeben werden, die auf *r* ausgehen, wie z. B. 佛 (kant. *fĕt*, kor. *pul*), das in tibetischer Transkription als *phhur* (ཕུར) erscheint[3] und 薩 (kant. *sat*, kor. *sal*), das die Uiguren durch *sar* ([illegible]) wiedergeben[4].

Schließlich darf auch die Tatsache nicht außer acht gelassen werden, daß das Zeichen 紇, welches gewöhnlich die Silbe *gur* in dem während der T'ang-Epoche oft genannten Namen *Uigur*[5] darstellt, unter denjenigen Charakteren angeführt wird, die sich in alter Zeit auf 月 reimten[6]. Es fehlt uns also nicht an Material zur Begründung der Annahme, daß die Zeichen 月氏, die im modernen Peking *Yüeh-shih* gesprochen werden, in einem der alten Dialekte *Gur-ṣi* oder *Kur-ṣi* lauteten.

Schon lange glaubte ich auf Grund der vorstehenden Erwägungen, daß die Zeichen 月 (*Yüeh*) 氏 (*shih*) den zu ΚΟÞΑΝΟ gehörenden Nominativ Singularis (*Kuṣi*) darstellen, der auch in den Formen *Kursi*[7] und

---

[1] Vgl. Franke, a. a. O., S. 22 ff. und Schlegel, T'oung Pao, Série II, Vol. I, S. 98.

[2] Diese Transkription kann nicht viel jünger sein als die Bezeichnung des uns beschäftigenden Stamms durch die Charaktere 月氏, denn die Zeichen 于闐 dienen schon in den Annalen der älteren Han-Dynastie, die von 206 v. Chr. bis 25 n. Chr. regierte, dem Ch'ien-han-shu (Kap. 96 A, Seite 1 b des zur weiter unten (S. 647) erwähnten Ausgabe der »24 Geschichten« gehörenden Exemplars der Königlichen Bibliothek zu Berlin), zur Bezeichnung der genannten Stadt. Vgl. Wylie, »Notes on the Western Regions« S. 20 und Watters, »On Yuan Chwang's travels« Vol. II, 299.

[3] Vgl. Müller, Uigurica II, Berlin 1911. S. 94.

[4] Vgl. meine Bemerkungen zu den Brāhmīglossen des Ṭišastvustik-Manuskripts, St. Petersburg 1910. S. 141/142.

[5] Vgl. Hirth, Nachworte zur Inschrift des Tonjukuk S. 6 und Chavannes, Documents sur les Tou-kiue Occidentaux S. 329.

[6] Vgl. Giles, Chinese-English Dictionary, 2nd edition, Nr. 3986. Für 紇 (pek. *ho*, kant. *hĕtʒ*, kor. *hĭl*) tritt zuweilen (vgl. Chavannes, a. a. O.) 鶻 (pek. *hu*, kant. *kwĕtʒ*, *wĕtʒ*, kor. *hol*, *kol*) ein, und auch dieses Zeichen (Giles Nr. 4998) gilt als alter Reim von 月.

[7] Vgl. die oben (S. 645) erwähnte Form ΚΟΡϹΑΝΟ.

Guṣi[1] gebräuchlich gewesen sein muß, wagte es aber nicht, meine Ansicht der orientalistischen Forschung vorzulegen, weil gewisse Angaben der Han-Annalen[2] die allgemein verbreitete Annahme, daß zwischen KOÞANO und 月 (*Yüeh*) 氏 (*shih*) kein etymologischer Zusammenhang besteht, zu stützen schienen. Erst eine vergleichende Betrachtung gewisser bisher nicht genügend beachteter Nachrichten über die Yüeh-shih-Herrscher gibt mir die Möglichkeit, die erwähnte Erklärung auch gegenüber den Han-Annalen zu vertreten.

Unter den im Wei-shu mehr oder weniger ausführlich beschriebenen Ländern befindet sich auch das Reich der Kleinen Yüeh-shih (小月氏國), als dessen Hauptstadt Puruṣapura (das moderne Peshawar) genannt wird.

Über die Vergangenheit dieses Reichs der Kleinen Yüeh-shih berichtet uns das genannte chinesische Geschichtswerk u. a., daß Ki-to-lo[3], König der Großen Yüeh-shih, von feindlichen Nomadenhorden aus seinen baktrischen Besitzungen vertrieben, über den Hindukusch zog und sich in Nordindien ein Reich gründete, zu dem Puruṣapura gehörte. Als Ki-to-lo selbst nach Westen abzog, »befahl er seinem Sohn, sich in dieser Stadt [Puruṣapura] festzusetzen. Daher der Name [Reich] der Kleinen Yüeh-shih[4]«.

Wenn wir uns die Frage vorlegen, worauf sich das Wort »daher« (因) bezieht, das nur mit dem ganzen vorhergehenden Satz oder mit

---

[1] Dem KO bzw. *Ku* der meisten »griechischen« und »griechisch-indischen« Yüeh-shih-Münzen entspricht in den Kharoṣṭhīinschriften von Manikyāla (K. R. S. 84) und Panjtar (K. R. S. 81) *Gu*.

[2] Das Ch'ien-han-shu berichtet, daß die Yüeh-shih nach ihrer Übersiedlung an den Oxus fünf *hsi-hou* (etwa »Herzöge«) hatten, von denen einer den Titel 貴 (*Kuei*) 霜 (*shuang*) 翕 (*hsi*) 侯 (*hou*) [= *Kuṣāna* (bzw. *Kuṣānu*) *yavuga*] »Herzog der Kuṣas (bzw. Kuṣis)« führte, und aus dem Hou-han-shu erfahren wir, daß K'iu-tsiu-k'io [Kadphises I.], Herzog der Kuṣas (bzw. Kuṣis), nach Unterwerfung der vier übrigen Herzogtümer den Titel *Kuei-shuang-wang* »König der Kuṣas (bzw. Kuṣis)« annahm. Vgl. Specht (J. A., Octobre-Novembre-Décembre 1883, S. 324/325), Sylvain Lévi (J. A. Janvier-Février 1897, S. 11), Vincent Smith (J. R. A. S., 1903, S. 23 ff.), Franke (Türkvölker S. 66) und K. R. S. 80.

[3] Vgl. Specht, J. A., Octobre-Novembre-Décembre 1883, S. 328 ff. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die Eroberungszüge des Ki-to-lo um das Jahr 425 n. Chr. stattfanden. Vgl. Rapson, Indian Coins S. 20 und die dort angegebenen Stellen. Die korrekte lautliche Wiedergabe der Zeichen 寄多羅 wäre nach Giles *Chi-to-lo*. Ich behalte aber in diesem und in einigen ähnlichen Fällen aus naheliegenden Gründen die übliche Transkription (*Ki-to-lo*) bei.

[4] Specht (a. a. O. S. 330) übersetzt die betreffende Stelle (令其子守此城因號小月氏) .... »ordonna à son fils de s'établir dans cette ville de Fou-leou-cha. De là vint à ce peuple le nom de Petits Yue-tchi.« Den chinesischen Satz finden wir auf den Seiten 17a—17b des 102. Kapitels des Wei-shu (nach der im Jahre 1884 gedruckten Ausgabe der »24 Geschichten«, Königliche Bibliothek, Sammlung Hirth Nr. 157).

den Wörtern »dieser Stadt« (此城) verbunden werden kann, müssen wir bedenken, daß der Ausdruck »die Kleinen Yüeh-shih« den chinesischen Historikern seit dem 2. vorchristlichen Jahrhundert als das nomen proprium eines von den Großen Yüeh-shih verschiedenen Stamms bekannt ist, der sich um die genannte Zeit in den südlichen Bergen Ostturkestans ansiedelte, während die Großen Yüeh-shih in das Oxusland zogen. Der Verfasser des Satzes »Daher der Name [Reich] der Kleinen Yüeh-shih« kann aus diesem Grunde den Namen »Reich der Kleinen Yüeh-shih«, den der vom Sohn des Ki-to-lo gegründete Staat trug, nicht auf die Tatsache haben zurückführen wollen, daß das Land vom Sohn beherrscht wurde, während der Vater anderswo regierte[1]. Das Wort »daher« (因) muß sich also auf »diese Stadt« (此城), d. h. Puruṣapura, beziehen, und Wei-shou[2] (bzw. sein Gewährsmann) kann nur in der Tatsache, daß Puruṣapura die Hauptstadt war, den Grund für die Bezeichnung des von einem Großen Yüeh-shih regierten Staats als Reich der Kleinen Yüeh-shih gesehen haben. Diese Herleitung des Namens »Reich der Kleinen Yüeh-shih« ist nur zu erklären, wenn wir annehmen, daß in der Stadt Puruṣapura vor ihrer Eroberung durch Ki-to-lo Glieder des Stamms der Kleinen Yüeh-shih geherrscht hatten.

Daß diese Annahme nicht unbegründet ist, ergibt sich aus dem Ma-ming-p'u-sa-chuan, einer von dem bekannten Kumārajiva vor dem Jahre 412 n. Chr. ins Chinesische übersetzten Biographie des Aśvaghoṣa. Dieses Werk bezeichnet nämlich den Patron[3] des Dichters als einen König der Kleinen Yüeh-shih, und wir wissen, daß Puruṣapura zu den Residenzen Kāniṣkas gehörte.

Wenn wir von der Zugehörigkeit Kāniṣkas zum Stamm der Kleinen Yüeh-shih ausgehen, sind wir gezwungen, verschiedene Fragen, die mit der Geschichte der Yüeh-shih-Herrscher zusammenhängen, in einem

[1] Auf den Umstand, daß es sich hier um die Gründung eines Nebenreichs der Großen Yüeh-shih handelte, müßte natürlich Wei-shou (bzw. sein Gewährsmann) die Benennung des Landes als »Reich der Kleinen Yüeh-shih« zurückgeführt haben, wenn er das Wort »daher« (因) auf den ganzen vorhergehenden Satz hätte bezogen wissen wollen.

[2] Wei-shou, der Verfasser des Wei-shu, lebte von 506—572 n. Chr. Vgl. W. F. Mayers' Chinese Reader's Manual, Shanghai 1910, S. 269.

[3] Der Name des Königs der Kleinen Yüeh-shih (小月氏國王), der den Bettelnapf Buddhas und den Dichter Aśvaghoṣa als Äquivalent einer bedeutenden Kontribution annahm, wird im Ma-ming-p'u-sa-chuan zwar nicht genannt. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß Kāniṣka gemeint ist. Vgl. Wassiljew, Buddhismus Teil I, S. 231, und Sylvain Lévi, J. A. Novembre-Décembre 1896, S. 448. Das Ma-ming-p'u-sa-chuan erscheint in Bunyiu Nanjios »Catalogue of the Buddhist Tripiṭaka« unter Nr. 1460. Im gedruckten Exemplar der chinesischen Übersetzung des Tripiṭaka (Kioto, Mei-ji 38), das die Königliche Bibliothek besitzt, finden wir das Ma-ming-p'u-sa-chuan im 2. Heft des 27. Bandes.

neuen Licht zu betrachten. Vor allen Dingen läßt es sich meines Erachtens nachweisen, daß Kāniṣka, seine Zugehörigkeit zum Stamm der Kleinen Yüeh-shih vorausgesetzt, nicht früher als im 2. Jahrhundert n. Chr. (vgl. Vincent Smith, J. R. A. S. 1903, S. 61) regiert haben kann. Wenn das Ma-ming-p'u-sa-chuan Recht hat, müssen wir ferner mit Fleet (J. R. A. S. 1903, S. 334) annehmen, daß der Ausgangspunkt der indischen Eroberungszüge Kāniṣkas in Ostturkestan[1] zu suchen ist. Doch auch für die Lösung der Frage, in welchem Verhältnis die Worte KOÞANO und *Yüeh-shih* zueinander stehen, ist die erwähnte Angabe der Aśvaghoṣa-Biographie von Wichtigkeit.

Die oben (S. 647) erwähnte Annahme, daß das KOÞANO der Münzen etymologisch mit 月 (*Yüeh*) 氏 (*shih*) nichts zu tun hat, gründet sich auf die scheinbar von den Han-Annalen bestätigte Voraussetzung, daß KOÞANO auf einen Namen zurückgeht, der nur einer Unterabteilung des Stamms der Großen Yüeh-shih zukommt. Diese Voraussetzung ließe sich nicht zurückweisen, wenn es feststände, daß alle Fürsten, auf deren Münzen sich das Wort KOÞANO findet, zu den Großen Yüeh-shih gehörten. Keine der uns bekannten Quellen bezeichnet aber Kāniṣka, der den Titel KOÞANO ÞAONANO ÞAO trug, als einen Großen Yüeh-shih, während er im Ma-ming-p'u-sa-chuan als Beherrscher der Kleinen Yüeh-shih erscheint[2]. Da die betreffende Stelle des zuletzt genannten Werks durch die oben (S. 647) erwähnten Angaben des Wei-shu indirekt bestätigt wird[3], sind wir also gezwungen, für das Wort KOÞANO eine von

[1] Das Ch'ien-han-shu berichtet nämlich, daß, während die Großen Yüeh-shih an den Oxus zogen, die Kleinen Yüeh-shih sich am Nan-shan, »den südlichen Bergen«, ansiedelten (vgl. Wylie, a. a. O. S. 41), und welcher Nan-shan hier gemeint ist, ergibt sich aus einem anderen Passus desselben Kapitels des Ch'ien-han-shu. Wylie (S. 20) übersetzt den betreffenden Passus: »Khotan lies at the foot of the Southern mountains [Nan-shan].« Auch der Bericht des Li-yul-lo-rgyus-pa, nach dem ein König von Khotan gemeinsam mit dem *Kanikahi-rgyal-po* (vgl. Thomas, Ind. Ant. 1903, S. 349) einen Kriegszug nach Indien unternahm, gewinnt durch den Vergleich mit dem Ma-ming-p'u-sa-chuan eine erhöhte Bedeutung. Ebenso die »chinesischen« Geiseln, von denen Hsüan-chuang erzählt. Anderseits verliert die Angabe, daß es im Jahre 2 n. Chr. einen König der Großen Yüeh-shih gab, der Buddhist war, für die Bestimmung der Regierungszeit Kāniṣkas jede Bedeutung, wenn wir dem Ma-ming-p'u-sa-chuan Glauben schenken. Auf die hier nur gestreiften historischen Fragen hoffe ich demnächst an einer andern Stelle näher einzugehen.

[2] Fleet, der Kāniṣka offenbar für einen Großen Yüeh-shih hält, sagt (J. R. A. S. 1903, S. 334): In reality, Kaniṣka belonged to a separate clan, sept, or ruling house of the Kushaṇ tribe.

[3] Die erwähnte Angabe des Ma-ming-p'u-sa-chuan läßt sich mit dem Passus des Hou-han-shu, auf den oben (S. 647) hingewiesen wird, nur vereinigen, wenn man annimmt, daß der Genitiv Pluralis *Kuṣāṇu* in dem zuletzt genannten Werk durch 貴 (*Kuei*) 霜 (*shuang*) wiedergegeben wird, während die Zeichen 月 (*Yüeh*) 氏 (*shih*) den Nominativ Singularis *Kuṣi* vertreten, und daß die Unterabteilung des Stamms der Großen Yüeh-shih, die unter Kadphises I. die vier übrigen Unterabteilungen besiegte,

der bisherigen abweichende Erklärung zu suchen, die nicht nur auf die Großen, sondern auch auf die Kleinen Yüeh-shih paßt. Wir haben aber gesehen, daß dem Genitiv Pluralis ΚΟÞΑΝΟ (= *Kuṣānu*) ein Nominativ Singularis *Kuṣi* entsprochen haben muß, und alle Kuṣi-Fürsten waren, soviel wir wissen, Yüeh-shih-Herrscher. Es ist uns ferner bekannt, daß die Chinesen von Großen und von Kleinen Yüeh-shih berichten, und daß es wahrscheinlich auch Große und Kleine Kuṣis[1] gegeben hat.

Da schließlich eine ganze Reihe von Tatsachen dafür spricht, daß die Zeichen 月 (*Yüeh*) 氏 (*shih*) in einem alten Dialekt einen Lautwert hatten, der sich nur wenig von *Kuṣi* unterschied, dürfen wir annehmen, daß ΚΟÞΑΝΟ den Genitiv Pluralis des Namens darstellt, den die Chinesen durch 月 (*Yüeh*) 氏 (*shih*) wiedergeben.

---

als die Kuṣis par excellence bekannt war (vgl. K. R. S. 80). Die Zeichen 貴 (*Kuei*) 霜 (*shuang*) werden in den Han-Annalen, soviel ich weiß, nur in den Titeln *Kuei-shuang-hsi-hou* (= *Kuṣānu yavuga*) und *Kuei-shuang-wang* (= *Kūšān šāh*) angewandt. Der Ausdruck *Kuṣi* [= 月 (*Yüeh*) 氏 (*shih*)] ist wahrscheinlich älter als das Jahr 165 v. Chr., während die erwähnten das Wort *Kuṣānu* (bzw. *Kūšān*) enthaltenden Titel wohl erst nach 115 v. Chr. entstanden sind (vgl. Boyer, J. A. Mai-Juin 1900, S. 534). Unter diesen Umständen ist es nicht allzu auffallend, daß der Silbe *Ku* (in *Kuṣi* bzw. *Kuṣānu*) verschiedene Zeichen (月 bzw. 貴) entsprechen.

[1] Aus der Tatsache, daß die Mahāvyutpatti (Bibliotheca Buddhica XIII, 52) unter den Cakravartins Kuśa, Mahākuśa und Upakuśa aufzählt (vgl. K. R. S. 88) dürfen wir schließen, daß in Indien Fürsten bekannt waren, die sich Große bzw. Kleine Kuṣis nannten (Burnouf, Introduction à l'histoire du bouddhisme indien S. 377, übersetzt Upananda durch »le petit Nanda«).

Daß die baktrischen Ta-Yüeh-shih (Großen Yüeh-shih) der chinesischen Historiker sich selbst als Beherrscher der Großen Kuṣis bezeichneten, ergibt sich aus einer vergleichenden Betrachtung der mit *šāh* zusammengesetzten Titel, die Ibn-Khordadbeh auf den Seiten 17—18 seines Kitāb-al-masālik wa 'l-mamālik (ed. M. J. de Goeje, Bibliotheca Geographorum Arabicorum Pars VI) anführt. In dieser Liste von mehr als dreißig Titeln finden wir außer بزرك كوشان شاه (*Buzurg-Kūšān-šāh*) nur noch einen einzigen, der das Wort *buzurg* »groß« enthält, nämlich بزرك ارمنيان شاه (*Buzurg-Armanyān-šāh*). Da im letztern Fall *buzurg* sich sicher nicht auf *šāh*, sondern auf *Armanyān* bezieht, dürfen wir den an erster Stelle genannten Titel durch »König der Großen Kuṣis« übersetzen. So ist wohl auch der Titel *rabū Kūšān malkā* aufzufassen, der sich auf gewissen Pahlavi-Münzen findet. Marquart übersetzt diese Worte, die er *wazurg Kūšān šāh* liest, durch »[des] großen Königs der Kūšān«. Vgl. Marquart, Ērānšahr nach der Geographie des Ps. Moses Xorenac'i S. 49. Drouin (Revue numismatique 1896, S. 170) übersetzt dieselben Wörter durch »grand Kouchan, roi«. Vgl. auch K. R. S. 79.

Ausgegeben am 28. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1914.
XXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

28. Mai. **Gesammtsitzung.**

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Stumpf las: Zur Analyse der Vokale. (Ersch. später.)

Systematische Zerlegungen gesungener Vokale durch mitschwingende Stimmgabeln, die Feststellungen bis zum 32. Teilton gestatteten, veranlassen den Vortragenden, der Anzahl und relativen Stärke der Teiltöne eine größere Bedeutung beizulegen, als es gegenwärtig zu geschehen pflegt.

2. Hr. Frobenius legte eine Arbeit vor: Über den Fermatschen Satz. III.

Die Kriterien von Wieferich, Mirimanoff und Vandiver werden auf größere Basiszahlen ausgedehnt.

3. Hr. Branca überreichte einen Bericht über die ihm zugegangenen Urteile von 70 Fachgenossen, betreffend die in seiner Abhandlung »Ziele vulkanologischer Forschung« von ihm gemachten Vorschläge. (Abh.)

Die Urteile sind fast ausnahmslos mit Entschiedenheit zustimmend zu den gemachten Vorschlägen betreffs vulkanologischer Forschung.

4. Hr. Penck hat das Manuskript seiner am 30. Januar 1913 gelesenen Mitteilung über die Höttinger Breccie, eine interglaziale Ablagerung bei Innsbruck, eingereicht; dieselbe wird in den Abhandlungen abgedruckt werden.

5. Hr. Rubens legte eine Mitteilung des Hrn. Dr. Arnold Eucken in Berlin vor: Über den Quanteneffekt bei einatomigen Gasen und Flüssigkeiten.

Die bisherigen theoretischen Berechnungen des Quanteneffekts bei einatomigen Gasen sind mit den Beobachtungen nur dann vereinbar, wenn man eine Nullpunktsenergie annimmt. Zur Entscheidung der Frage nach der Existenz einer Nullpunktsenergie sind Messungen der spezifischen Wärme von Wasserstoff und Helium bei hohen Drucken im Temperaturbereich zwischen 17° und 37° absolut vorgenommen worden. Ein Vergleich der Beobachtungsergebnisse mit den Keesomschen Formeln führt zu dem Resultat, daß die Messungen mit der Annahme einer Nullpunktsenergie unvereinbar sind, sich dagegen ohne Annahme der Nullpunktsenergie durch die Theorie gut darstellen lassen. Hieraus folgt, daß die Grundlage der bisherigen Berechnung des Quanteneffekts bei einatomigen Gasen einer Umgestaltung bedarf.

6. Hr. von Harnack übergab das vom Auskunftsbureau der deutschen Bibliotheken herausgegebene Gesamtzeitschriften-Verzeichnis (Berlin 1914).

7. Das auswärtige Mitglied Hr. Hugo Schuchardt in Graz hat am 21. Mai das fünfzigjährige Doctorjubiläum gefeiert; die Akademie hat ihm ihre Glückwünsche in einer Adresse ausgesprochen, welche unten im Wortlaut abgedruckt ist.

8. Die Deutschen Solvay-Werke Actien-Gesellschaft in Bernburg haben der Akademie aus Anlass des fünfzigjährigen Jubiläums, welches das correspondirende Mitglied Hr. Ernst Solvay-Brüssel als Schöpfer des Ammoniaksodaverfahrens sowie als Begründer der Ammoniaksoda-industrie im September 1913 beging, einen Betrag von 250000 Mark überwiesen. Die Bestimmung dieses Fonds ergiebt sich aus der in diesem Stücke abgedruckten Schenkungsurkunde. Seine Majestät der Kaiser und König haben unter dem 1. Mai ds. Js. die Allerhöchste Genehmigung zur Annahme dieser Zuwendung ertheilt. Für diese bedeutsame Förderung ihrer Bestrebungen spricht die Akademie auch an dieser Stelle ihren herzlichsten Dank aus.

9. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen hat die Akademie durch die philosophisch-historische Classe bewilligt: Hrn. Koser zur Fortführung der Herausgabe der Politischen Correspondenz Friedrichs des Grossen 6000 Mark; Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff zur Fortführung der Inscriptiones Graecae 5000 Mark; der Deutschen Commission zur Fortführung der Forschungen des Hrn. Burdach über die neuhochdeutsche Schriftsprache 4000 Mark; zur Fortführung der Arbeiten der Orientalischen Commission 20000 Mark; für die Bearbeitung des Thesaurus linguae Latinae über den etatsmässigen Beitrag von 5000 Mark hinaus noch 1000 Mark; zur Bearbeitung der hieroglyphischen Inschriften der griechisch-römischen Epoche für das Wörterbuch der aegyptischen Sprache 1500 Mark und für das Cartellunternehmen der Herausgabe der mittelalterlichen Bibliothekskataloge als achte Rate 500 Mark.

10. Die Akademie hat auf den Vorschlag der vorberathenden Commission der Bopp-Stiftung aus den Erträgnissen der Stiftung Hrn. Prof. Dr. Bruno Liebich in Heidelberg zur Herausgabe der Candra-Grammatik 1350 Mark zuerkannt.

Über den Fermatschen Satz. III.

Von G. Frobenius.

Unter p verstehe ich eine Primzahl, mit der als Exponent die Fermatsche Gleichung

$$a^p + b^p + c^p = 0$$

durch drei rationale Zahlen a, b, c befriedigt werden kann, von denen keine durch p teilbar ist. Dann genügen die 6 Zahlen

$$(1.)\qquad t \equiv -\frac{b}{c},\ -\frac{c}{b},\ -\frac{c}{a},\ -\frac{a}{c},\ -\frac{a}{b},\ -\frac{b}{a} \qquad (\text{mod } p)$$

den Kummerschen Kongruenzen

$$(2.)\qquad b_n f_{p-n}(t) \equiv 0 \qquad (n = 1, 2, \ldots p-3).$$

Hier sind

$$b_0 = 1,\ b_1 = -\frac{1}{2},\ b_2 = \frac{1}{6},\ b_3 = 0,\ b_4 = -\frac{1}{30},\ b_5 = 0, \cdots$$

die Bernoullischen Zahlen, und es ist

$$(3.)\qquad f_n(x) = \sum_r {}_0^{p-1}\, r^{n-1} x^r.$$

Aus diesen Bedingungen hat Hr. Wieferich die Kongruenz

$$(4.)\qquad m^{p-1} \equiv 1 \qquad (\text{mod } p^2)$$

für $m = 2$ erschlossen. In meiner Arbeit *Über den Fermatschen Satz* (Sitzungsber. 1909) habe ich dafür eine kurze Herleitung gegeben. Von allen Zahlen unter 2000 ist, wie Hr. Meissner (Sitzungsber. 1913) gefunden hat, $p = 1093$ die einzige, wofür diese Kongruenz erfüllt ist.

Nach Hrn. Mirimanoff muß die Kongruenz (4.) auch für $m = 3$ gelten. Da ihr dann $p = 1093$ nicht genügt, so kann im folgenden $p > 2000$ vorausgesetzt werden. Dies erleichtert die Untersuchung insofern, als die benutzten Schlüsse mitunter für kleine Werte von p nicht zulässig sind.

Die Resultate des Hrn. Mirimanoff fließen aus der identischen Kongruenz

$$(x^p-1)\,Q(x)-(x^m-1)\,P(x)\equiv mf(x)\,. \qquad (\mathrm{mod}\ p).$$

Hier sind P, Q und f ganze Funktionen von x, deren Koeffizienten (mod p) ganz sind; m ist nicht durch p teilbar; $P(t)\equiv 0$ ist eine lineare Verbindung der Kummerschen Kongruenzen; $\frac{1}{x}Q(x)$ ist eine symmetrische Funktion $(m-2)$ten Grades, und $f=f_{p-1}$. In meiner Arbeit *Über den Fermatschen Satz. II.* (Sitzungsber. 1910) habe ich dafür eine Herleitung gegeben, die aus der Theorie der Bernoullischen Zahlen nur die Rekursionsformel $(h+1)^n = h^n$ voraussetzt.

In der Arbeit *Über die Bernoullischen Zahlen und die Eulerschen Polynome* (Sitzungsber. 1910) habe ich Eigenschaften der Zahlen $h^n = b_n$ und der Polynome $R_n(x)$ entwickelt, die eine direkte Herleitung der obigen Resultate gestatten. Sie können dann auf dem in der ersten Arbeit benutzten Wege erhalten werden.

Mit einer unscheinbaren Verallgemeinerung, die aber von großer Tragweite ist, wendet Hr. Vandiver (*Crelles Journal, Bd. 144*) diese Methode an, um die Kongruenz (4.) auch für $m=5$ herzuleiten. So einfach aber sein Grundgedanke ist, so kompliziert sind die Rechnungen, mittels deren er ihn durchgeführt hat. Selbst ein so unerschrockner Rechner wie Hr. Dickson hat die Verantwortung für ihre Richtigkeit nicht übernehmen wollen.

Nun war es mir längst gelungen, die Methode meiner ersten Arbeit weiter zu vereinfachen. Auf demselben Wege konnte ich die neuen Resultate bequem herleiten, auch für größere k, nicht nur für $k=2$, wie Hr. Vandiver.

Es gelang mir zu zeigen, daß die Kongruenz (4.) auch für $m=11$ und 17 gilt, und falls $p=6n-1$ ist, auch für $m=7$, 13 und 19.

Die Bedingung (4.) ist nur die bequemste von $\frac{1}{2}(m-1)$ Bedingungen, die sich in den einfachsten Fällen dahin zusammenfassen lassen, daß $f(x)$ (mod p) durch x^m-1 teilbar ist, oder daß die Funktion

$$(5.)\qquad Q_m(x)\equiv\sum_{l}^{m-1}{}_{1}\, S_{p-2}\left(\frac{l}{m}\right)x^l \qquad (\mathrm{mod}\ p)$$

identisch verschwindet, wo

$$S_n(x)=\frac{(x+h)^{n+1}-h^{n+1}}{n+1}$$

die Bernoullische Funktion ist. Für $x=1$ und für die von 1 verschiedenen $m$ten Einheitswurzeln ρ hat jene Funktion die Werte

$$Q_m(1)\equiv-\frac{m^p-m}{p}\,,\qquad Q_m(\rho)\equiv\frac{-mf(\rho)}{1-\rho^p}\,.$$

Auch für kleine zusammengesetzte m gibt es $\frac{1}{2}\varphi(m)$ Bedingungen dieser Art. Ich habe sie für alle Werte $m = 2, 3, \cdots 22, 24, 26$ entwickelt.

Je größer m wird, desto mehr Hilfsmittel sind zur Ableitung dieser Bedingungen erforderlich. Ich habe sie nicht vorab im Zusammenhang dargestellt, sondern allmählich, sobald sie erforderlich wurden, entwickelt.

§ 1.
Hilfssätze.

Aus meiner Arbeit über die Bernoullischen Zahlen brauche ich folgende Resultate: Aus § 8, S. 827 die Formel

$$(mh+l)^n - h^n = -n \sum' \frac{\rho^{l+1} R_{n-1}(\rho)}{(\rho-1)^n} \qquad (l = 0, 1, \cdots m-1).$$

Der Ausdruck links ist nach Potenzen des Symbols h zu entwickeln, und dann ist h^λ durch b_λ zu ersetzen. In der Summe rechts durchläuft ρ die von 1 verschiedenen Wurzeln der Gleichung

$$\rho^m = 1. \tag{1.}$$

Soll eine Summe über alle m Wurzeln dieser Gleichung erstreckt werden, so schreibe ich

$$\sum_\rho \varphi(\rho) = \varphi(1) + \sum' \varphi(\rho).$$

Für $l = 0$ ist

$$\frac{m^n - 1}{n} b_n = -\sum' \frac{\rho R_{n-1}(\rho)}{(\rho-1)^n}.$$

Aus § 16 brauche ich die Formel (1.)

$$x(1-x)^{p-n} R_{n-1}(x) \equiv f_n(x) \qquad (\mathrm{mod}\ p).$$

Nunmehr ist

$$(mh+l)^n - h^n \equiv (-1)^{n+1} n \sum' \frac{\rho^l f_n(\rho)}{1-\rho^p}, \tag{2.}$$

und für $l = 0$, falls m nicht durch p teilbar ist,

$$\frac{m^n - 1}{n} b_n \equiv -\sum' \frac{f_n(\rho)}{1-\rho^p} \qquad (n = 1, 2, \cdots p-1), \tag{3.}$$

auch für $n = 1$, wo

$$f_1(x) = \sum_{r=0}^{p-1} x^r = \frac{x^p - 1}{x-1} \tag{4.}$$

ist, weil

$$\sum{}' \frac{f_1(\rho)}{1-\rho^p} = \sum{}' \frac{1}{1-\rho} = \frac{1}{2}(m-1) = -(m-1)\, b_1$$

ist. Z. B. ist für $m = 2$, $\rho = -1$

$$(5.) \qquad \frac{2^{n+1}-2}{n} b_n \equiv -f_n(-1).$$

Endlich ist nach (5.), § 3

$$b_{p-1} \equiv 1 + \frac{(p-1)!}{p} \qquad (\mathrm{mod}\, p),$$

also

$$(6.) \qquad (m^{p-1}-1)\, b_{p-1} \equiv -\frac{m^{p-1}-1}{p} \qquad (\mathrm{mod}\, p)$$

und folglich

$$(7.) \qquad \frac{m^{p-1}-1}{p} \equiv -\sum{}' \frac{f(\rho)}{1-\rho^p}.$$

§ 2.

Die Grundformel.

Sind x und y unbestimmte Größen, und ist k eine durch p nicht teilbare positive ganze Zahl, so setze ich

$$(1.) \qquad F(x, y) = \sum_n{}_1^{p-2} \binom{p-2}{n-1} k^{p-n-1} f_{p-n}(x) f_n(y).$$

Die veränderlichen Zahlen r und s durchlaufen, wenn nicht ausdrücklich anders verfügt wird, die Werte von 0 bis $p-1$. Dann ist

$$F(x, y) + f_1(x) f(y) = \sum_n{}_1^{p-1} \binom{p-2}{n-1} k^{p-n-1} f_{p-n}(x) f_n(y)$$

$$= \sum_n \sum_{r,s} \binom{p-2}{n-1} k^{p-n-1}\, r^{p-n-1}\, x^r s^{n-1} y^s,$$

also

$$(2.) \qquad F(x, y) + f_1(x) f(y) = \sum_{r,s} (kr+s)^{p-2} x^r y^s.$$

Nun erhält man, indem man r durch $r+1$ ersetzt,

$$\sum_r{}_0^{p-1} (kr+s)^{p-2} x^r = \sum_r{}_{-1}^{p-2} (kr+k+s)^{p-2} x^{r+1}$$

$$= \sum_r{}_0^{p-1} (kr+k+s)^{p-2} x^{r+1} - (x^p-1)\, s^{p-2},$$

und indem man s durch $s-k$ ersetzt,

$$\sum_s{}_0^{p-1}(kr+k+s)^{p-2}y^{s+k} = \sum_s{}_k^{k+p-1}(kr+s)^{p-2}y^s$$
$$\equiv \sum_s{}_0^{p-1}(kr+s)^{p-2}y^s + (y^p-1)\sum_l{}_0^{k-1}(kr+l)^{p-2}y^l,$$

d. h. die Koeffizienten der entsprechenden Potenzen der Unbestimmten sind (mod p) kongruent.

Daher ist

$$y^k \sum_{r,s}(kr+s)^{p-2}x^r y^s \equiv \sum_{r,s}(kr+k+s)x^{r+1}y^{s+k} - (x^p-1)\sum_s s^{p-2}y^{s+k}$$
$$\equiv x\sum_{r,s}(kr+s)^{p-2}x^r y^s + x(y^p-1)\sum_{r,l}(kr+l)^{p-2}x^r y^l - (x^p-1)y^k f(y).$$

Setzt man also für $l = 0, 1, \cdots k-1$

$$(3.)\quad h_l^{(k)}(x) = h_l(x) = \sum_r (kr+l)^{p-2}x^r, \quad h_0(x) = k^{p-2}f(x),$$

so ist

$$(y^k-x)\big(F(x,y)+f_1(x)f(y)\big) + (x-1)\,y^k f_1(x)f(y) \equiv x(y^p-1)\sum_l h_l(x)y$$

oder

$$(4.)\quad (y^k-x)F(x,y) + (y^k-1)xf_1(x)f(y) \equiv x(y^p-1)\sum_l{}_0^{k-1}h_l(x)y^l.$$

In dieser identischen Kongruenz setze ich für die Unbestimmte y eine von 1 verschiedene $m$te Einheitswurzel ρ. Ist m nicht durch p teilbar, so ist $1-\rho^p$ relativ prim zu p. Mithin ergibt sich

$$(5.)\quad (x-\rho^k)\frac{F(x,\rho)}{1-\rho^p} + \frac{1-\rho^k}{1-\rho^p}f(\rho)xf_1(x) \equiv x\sum_l{}_0^{k-1}h_l(x)\rho^l.$$

Setzt man

$$(6.)\qquad F_{m,k}(x) = -\sum{}' \frac{F(x,\rho)}{1-\rho^p},$$

so ist nach (3.), § 2

$$F_{m,k}(x) \equiv \sum_n{}_1^{p-2}\binom{p-2}{n-1}k^{p-n-1}\frac{1}{n}(m^n-1)b_n f_{p-n}(x),$$

also

$$(7.)\qquad F_{m,k}(x) \equiv -\sum_n{}_1^{p-2}k^{p-n-1}(m^n-1)(-1)^n b_n f_{p-n}(x).$$

Ferner sei

$$(8.)\qquad G_m^{(k)}(x) = G(x) = x\frac{x^m-1}{x-1}\sum{}'\frac{f(\rho)}{1-\rho^p}\,\frac{1-\rho^k}{x-\rho^k},$$

also $\frac{1}{x}G(x)$ eine ganze Funktion $(m-2)$ten Grades, und für $k=1$

$$(9.)\quad G_m^{(1)}(x) = Q_m(x) = Q(x) = x\frac{x^m-1}{x-1}\sum{}'\frac{f(\rho)}{1-\rho^p}\,\frac{1-\rho}{x-\rho}.$$

Dann ist

$$(10.)\qquad Q_m(\rho) = -m\,\frac{f(\rho)}{1-\rho^p},$$

und weil

$$Q(1) + \sum{}' Q(\rho) = \sum_{\rho} Q(\rho) = 0$$

ist, nach (7.), § 1

$$(11.)\qquad Q(1) = m \sum{}' \frac{f(\rho)}{1-\rho^p} \equiv -\frac{m^p - m}{p}.$$

Ferner ist

$$mG(x) = -x\,\frac{x^m-1}{x-1} \sum_{\rho} Q(\rho)\left(\frac{1-\rho^k}{x-\rho^k} - 1\right)$$

und folglich

$$(12.)\qquad m\,G_m^{(k)}(x) = x(x^m-1) \sum_{\rho} \frac{Q_m(\rho)}{x-\rho^k}.$$

Setzt man endlich

$$H_{m,k}(x) = x(x^m-1) \sum_{l}{}_0^{k-1} \sum{}' \frac{h_l(x)\rho^l}{x-\rho^k},$$

so folgt aus der Formel (5.) die Kongruenz

$$(x^p-1)G_m^{(k)} - (x^m-1)F_{m,k} \equiv H_{m,k}.$$

Setzt man in (5.) $m = k$, so wird $\rho^k = 1$, und man erhält

$$(x-1)\frac{F(x,\rho)}{1-\rho^p} = x \sum_{l}{}_0^{k-1} h_l(x)\rho^l,$$

und wenn man nach ρ summiert nach (6.)

$$(13.)\qquad F_{k,k}(x) \equiv -\frac{xf(x)}{x-1} + \frac{x}{x-1} \sum_{l}{}_0^{k-1} h_l^{(k)}(x).$$

Setzt man nun

$$(14.)\qquad H_m^{(k)}(x) = x(x^m-1) \sum_{l}{}_0^{k-1} \sum_{\rho} \frac{h_l^{(k)}(x)\rho^l}{x-\rho^k},$$

so ist

$$H_m^{(k)} = H_{m,k} + \frac{x(x^m-1)}{x-1} \sum h_l \equiv H_{m,k} + (x^m-1)\left(\frac{xf}{x-1} + F_{k,k}\right).$$

Daher ist

$$(15.)\qquad (x^p-1)G_m^{(k)}(x) - (x^m-1)F_{m:k}(x) \equiv H_m^{(k)}(x),$$

falls man

$$F_{m:k} = F_{m,k} - F_{k,k} - \frac{xf}{x-1}$$

setzt. Nach (7.) ist folglich

$$(16.)\qquad -F_{m:k}(x) = \frac{xf(x)}{x-1} + \sum_n{}_1^{p-2}\left(\left(\frac{m}{k}\right)^n - 1\right)(-1)^n b_n f_{p-n}(x),$$

hängt also, wie schon durch die Wahl der Bezeichnung angedeutet ist, nur von dem Verhältnis $m:k$ ab.

Die Grundformel (15.) bildet das Fundament der folgenden Entwicklung. Ihre Wichtigkeit beruht auf den drei Eigenschaften: 1. $F(x)$ ist eine lineare Verbindung der linken Seiten der KUMMERschen Kongruenzen, $f(x)$ und

$$(17.)\qquad b_n f_{p-n}(x). \qquad (n = 2, 4, \cdots p-3)$$

2. $\frac{1}{x}G(x)$ ist eine (symmetrische) ganze Funktion vom Grade $m-2$. 3. Die k Funktionen $h_i(x)$, aus denen H zusammengesetzt ist, sind von m unabhängig. In allen diesen Funktionen sind die Koeffizienten *ganz* (mod p).

Daß die oben benutzte Funktion $\frac{f(x)}{x-1}$ ganz ist, folgt aus $f(1) \equiv 0$. Der Quotient läßt sich auch leicht als ganze Funktion darstellen, weil

$$(18.)\qquad f(x) \equiv \sum_n{}_1^{p-1}\frac{x^n}{n} \equiv \frac{x^p + (1-x)^p - 1}{p} \equiv \sum \frac{(1-x)^n}{n}$$

ist. Eine andere Darstellung liefert die Formel (FERMAT II, (12.), § 3)

$$(19.)\qquad \frac{xf(x)}{x-1} \equiv \sum_n{}_0^{p-2}(-1)^n b_n f_{p-n}(x),$$

wo der allgemeinen Definition entsprechend

$$f_p(x) = (x-1)^{p-1} - 1 \equiv f_1(x) - 1$$

ist. Bezeichnet man nämlich die Summe mit T, so ist

$$T = \sum_n{}_0^{p-2}\sum_r{}_0^{p-1}\binom{p-1}{n}h^n r^{p-n-1}x^r = \sum_r{}_0^{p-1}((h+r)^{p-1} - h^{p-1})\,x^r.$$

Das dem Werte $r=0$ entsprechende Glied verschwindet. Für $r=p$ ist

$$(h+p)^{p-1} - h^{p-1} \equiv 0,$$

weil sich in der Entwicklung h^{p-1} aufhebt und die übrigen Glieder p im Zähler, aber nicht im Nenner enthalten. Daher ist

$$T \equiv \sum_r{}_1^{p}((h+r)^{p-1} - h^{p-1})\,x^r = \sum_r{}_0^{p-1}((h+r+1)^{p-1} - h^{p-1})\,x^{r+1}.$$

Nun ist aber

$$\varphi(h+1) = \varphi(h) + \varphi'(0),\quad (h+1+r)^{p-1} \equiv (h+r)^{p-1} - r^{p-2}$$

und mithin $T \equiv xT - xf$.

Mittels (19.) ergibt sich aus (7.) und (13.)

$$(20.)\quad \frac{xf(x)}{x-1} + F_{k,k}(x) \equiv \frac{x}{x-1} \sum_{l}{}_0^{k-1} h_l^{(k)}(x) \equiv \sum_{n}{}_0^{p-2} (-k)^{-n} b_n f_{p-n}(x)$$

und aus (16.)

$$(21.)\qquad F_{m:k}(x) \equiv -\sum_{n}{}_0^{p-2} \left(-\frac{m}{k}\right)^n b_n f_{p-n}(x)\,.$$

Anmerkung: Auf demselben Wege ergibt sich die Formel:

$$(22.)\qquad \sum_{n}{}_0^{m-1} \binom{m}{n} b_n f_{m-n+1}(x) \equiv \frac{xmf_m(x)}{1-x}$$

oder

$$\sum_{m}{}_0^{m-1} \binom{m}{n} (-b)^n f_{m-n+1}(x) \equiv \frac{mf_m(x)}{1-x}\,.$$

Hr. Mirimanoff leitet (*Crelles Journal Bd. 128, S. 66*) daraus durch Multiplikation mit $1-x^p = (1-x)f_1(x)$ und Anwendung der Operation $D_{l(x)}^{p-m-1}$ die Relationen

$$(1-x^p)\sum_{n}{}_0^{m-1} \binom{m}{n} (-1)^n b_n f_{p-n}(x) \equiv m \sum_{n}{}_1^{p-m} \binom{p-m-1}{n-1} f_n(x)\, f_{p-n}(x)$$

ab, mittels deren er die Kummerschen Kongruenzen in

$$(23.)\qquad f_n(t)\, f_{p-n}(t) \equiv 0 \qquad (n = 1, 2, \cdots p-1)$$

transformiert. Aus (1.) und (4.) folgt daher (vgl. § 7)

$$(24.)\qquad \sum_{l}{}_0^{k-1} t^l h_l^{(k)}(t) \equiv 0$$

§ 3.

$k = 1, \quad m = 2, 3.$

Für die Zahlen (1.) der Einleitung ist $F(t) \equiv 0$. Von diesen 6 Zahlen

$$(1.)\qquad t,\ \frac{1}{t},\ 1-t,\ \frac{1}{1-t},\ \frac{t-1}{t},\ \frac{t}{t-1}$$

ist nach der Voraussetzung keine $\equiv 0$, und weil $a+b+c \equiv 0$ ist, auch keine $\equiv 1$. Sind sie alle verschieden, so ist auch keine $\equiv -1$. Sind sie nicht verschieden, so sind sie entweder paarweise kongruent

$$(2.)\qquad t \equiv 2,\ \frac{1}{2},\ -1,$$

oder falls $p = 6n+1$ ist, zu je dreien kongruent den beiden Wurzeln der Kongruenz

(3.) $$z^2 - z + 1 \equiv 0,$$

die ich im folgenden stets mit z und $z^{-1} \equiv 1-z$ bezeichne.

Ist nun zuerst $k = 1$, so ist

$$H(x) = x(x^m-1)f(x)\sum_{\varrho}\frac{1}{x-\varrho} = mx^m f(x).$$

Setzt man also

$$F_m(x) + mf(x) = P_m(x),$$

so erhält man die in der Einleitung erwähnte Formel

(4.) $$(x^p-1)\,Q_m(x) - (x^m-1)\,P_m(x) \equiv mf(x),$$

aus der sich

(5.) $$G_m^{(1)}(t) \equiv 0$$

ergibt. Die Funktion $\frac{1}{x}\,Q(x)$ verschwindet also für mindestens zwei verschiedene Werte t. Da sie nur vom $(m-2)$ten Grade ist, so muß sie für $m = 2$ und 3 identisch verschwinden. (Mirimanoff.) Demnach ist $Q(1) \equiv 0$ oder nach (11.), § 2

(6.) $$2^{p-1} \equiv 1, \qquad 3^{p-1} \equiv 1 \qquad (\operatorname{mod} p^2).$$

Nach (4.) ist daher $2f(x) \equiv -(x^2-1)\,P_2(x)$ und mithin

(7.) $$f(-1) = f_{p-1}(-1) \equiv 0.$$

Da ferner

(8.) $$f_n(x) \equiv (-1)^{n-1}x^p f_n\left(\frac{1}{x}\right), \quad f(x) \equiv -x^p f\left(\frac{1}{x}\right)$$

ist, so ist für ein gerades n auch $f_{p-n}(-1) \equiv 0$ (vgl. (5.), § 1). Demnach genügt auch $t \equiv -1$ den Kummerschen Kongruenzen und allen, die aus ihnen abgeleitet sind, und ist, außer in dem Falle (2.), von den andern bekannten Wurzeln verschieden.

Anmerkung: Der Fall (2.) kann nur eintreten, wenn

(9.) $$2^{p-1} \equiv 1 \qquad (\operatorname{mod} p^4)$$

ist. Wie Hr. Vandiver, *American Transactions*, vol. 15, S. 202 gefunden hat, ergibt sich dies unmittelbar aus den Kongruenzen

(10.) $$a^p \equiv a, \quad b^p \equiv b, \quad c^p \equiv c, \quad a+b+c \equiv 0 \qquad (\operatorname{mod} p^3).$$

Die nämliche Bedingung erhält man aus der Voraussetzung $t^2+1 \equiv 0$ (vgl. (7.), § 7). Aus der Annahme (3.) läßt sich keine Folgerung dieser Art ziehen. Ist aber $t^2+t+1 \equiv 0$, so muß

$$(11.) \qquad 3^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^4}$$

sein. Denn ist

$$a^2+b^2 \equiv ab, \quad a^3 \equiv -b^3 \pmod{p},$$

so ist nach (10.)

$$a^{3p} \equiv -b^{3p} \pmod{p^2}, \quad a^3 \equiv -b^3 \pmod{p^3}, \quad a^{3p} \equiv -b^{3p} \pmod{p^4},$$
$$a^3+b^3 \equiv 0 \pmod{p^3}, \quad a^{3p}+b^{3p} \equiv 0 \pmod{p^4},$$

und wenn man durch $a+b$ bz. a^p+b^p dividiert,

$$a^2+b^2 \equiv ab \pmod{p^3}, \quad a^{2p}+b^{2p} \equiv a^p b^p \pmod{p^4}.$$

Aus

$$a+b \equiv -c \pmod{p^3}, \quad a^p+b^p = -c^p$$

folgt daher

$$c^2 \equiv 3ab \pmod{p^3}, \quad c^{2p} \equiv 3a^p b^p \pmod{p^4}$$

und aus der ersten dieser beiden Kongruenzen

$$c^{2p} \equiv 3^p a^p b^p \pmod{p^4}.$$

Die Kongruenzen (10.) erhält Hr. Vandiver aus dem Satze des Hrn. Furtwängler: Für jeden Divisor r von abc ist

$$(12.) \qquad r^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}.$$

Man kann sie aber nach Sophie Germain auch ganz elementar ableiten: Nach den Formeln

$$(13.) \qquad a = -uu_1, \quad b = -vv_1, \quad c = -ww_1,$$

$$(14.) \qquad b+c = u^p, \quad c+a = v^p, \quad a+b = w^p,$$

$$(15.) \qquad \frac{b^p+c^p}{b+c} = u_1^p, \quad \frac{c^p+a^p}{c+a} = v_1^p, \quad \frac{a^p+b^p}{a+b} = w_1^p$$

ist für einen Primfaktor r von w_1

$$a^p+b^p \equiv 0, \text{ aber nicht } a+b \equiv 0 \pmod{r},$$

weil w und w_1 teilerfremd sind. Da aber

$$a \equiv v^p, \quad b \equiv u^p \pmod{r}$$

ist, so ist

$$\left(-\frac{u}{v}\right)^{p^2} \equiv 1, \text{ aber nicht } \left(-\frac{u}{v}\right)^p \equiv 1 \pmod{r}.$$

Daher gehört $-\frac{u}{v}$ (mod r) zum Exponenten p^2, und folglich ist

$$(16.) \qquad r \equiv 1 \pmod{p^2}$$

für jeden Primfaktor r von w_1 oder u_1 oder v_1, und mithin ist, da u_1, v_1, w_1 positiv sind, auch

$$(17.) \qquad u_1 \equiv v_1 \equiv w_1 \equiv 1 \pmod{p^2},$$

demnach

$$w_1^p \equiv 1 \pmod{p^2}, \qquad a^p + b^p \equiv a + b \pmod{p^2}.$$

Kombiniert man diese Kongruenz mit den analogen für a, c und b, c, so erhält man die Formeln (10.).

Für die Primfaktoren r von uvw scheint sich die Kongruenz (12.) nicht elementar beweisen zu lassen. Aus $a + (b + c) \equiv 0$ oder

$$(18.) \qquad u_1 \equiv u^{p-1}, \quad v_1 \equiv v^{p-1}, \quad w_1 \equiv w^{p-1} \pmod{p^2}$$

folgt nur

$$(19.) \qquad u^{p-1} \equiv v^{p-1} \equiv w^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}.$$

Ich benutze diese Gelegenheit, auch für das Hauptergebnis des Hrn. Wendt (*Crelles Journal Bd. 113, S. 346, VI*) eine einfache Herleitung mitzuteilen. Ist w durch r teilbar, so ist nach (14.) $b \equiv -a \pmod{r}$ und nach (15.) $v_1^p = a^{p-1}$ und $w_1^p = a^{p-1} - a^{p-2}b + \cdots + b^{p-1} \equiv pa^{p-1}$, also

$$(20.) \qquad w_1^p \equiv p v_1^p \pmod{r}.$$

Ist die Primzahl r von der Form $r = mp + 1$, so ist demnach

$$w_1^{r-1} \equiv p^m v_1^{r-1}$$

und folglich

$$(21.) \qquad p^m \equiv 1, \qquad m^m \equiv 1 \pmod{r}.$$

Für den Beweis des Satzes von Legendre und seine Verallgemeinerungen leisten die Kongruenzen (12.) und (21.) dasselbe.

§ 4.

$$k = 2, \qquad m = 5.$$

Die Funktion $G_m^{(k)}$ bleibt ungeändert, wenn k durch $k' \equiv k \pmod{m}$ ersetzt wird. Nach (10.), § 2 und (8.), § 3 ist $Q(\rho) = Q(\rho^{-1})$. Da ρ^{-1} zugleich mit ρ die $m$ten Einheitswurzeln durchläuft, so folgt aus (12), § 2

$$(1.) \qquad G_m^{(m-k)}(x) = G_m^{(k)}(x).$$

Ersetzt man in jener Formel zugleich x durch x^{-1}, so erhält man

$$(2.) \qquad G(x) = x^m G\left(\frac{1}{x}\right).$$

Ist also $G(1) \equiv 0$, so ist auch $G'(1) \equiv 0$. Ist m ungerade, so ist $G(-1) \equiv 0$, und ist für ein gerades m $G(-1) \equiv 0$, so ist auch $G'(-1) \equiv 0$.

Daher ist in der Funktion

$$(3.)\quad Q(x) = a_1 x + a_2 x^2 + \cdots + a_{m-2} x^{m-2} + a_{m-1} x^{m-1} = \sum_{\mu}{}_1^{m-1} a_\mu x^\mu$$

$a_\mu = a_{m-\mu}$. Setzt man also $a_0 = 0$ und $a_\lambda = a_\mu$, wenn $\lambda \equiv \mu \pmod m$ ist, so gilt diese Gleichung auch, wenn $\lambda \equiv -\mu$ ist. Nun ist nach (12.), § 2

$$mG^{(k)}(x) = \sum_\rho (a_1\rho + a_2\rho^2 + \cdots + a_{m-1}\rho^{m-1})(\rho^{-k}x + \rho^{-2k}x^2 + \cdots + x^m).$$

Führt man die Multiplikation aus, so ist

$$a_\lambda x^\mu \sum_\rho \rho^\lambda \rho^{-k\mu} = 0,$$

außer wenn $\lambda \equiv k\mu \pmod m$ ist. Daher ist

$$(4.)\quad G^{(k)}(x) = a_k x + a_{2k} x^2 + \cdots + a_{(m-2)k} x^{m-2} + a_{(m-1)k} x^{m-1}.$$

Sind also k und m teilerfremd, so ist

$$(5.)\quad G^{(k)}(1) = Q(1).$$

Ist $m = 2q+1$ eine Primzahl, so folgt aus (4.)

$$G^{(1)} + G^{(2)} + \cdots + G^{(m-1)} = (a_1 + \cdots + a_{m-1})\, x \frac{x^{m-1}-1}{x-1}$$

oder nach (1.)

$$(6.)\quad G^{(1)} + G^{(2)} + \cdots + G^{(q)} = \frac{1}{2} Q(1)\, x \frac{x^{m-1}-1}{x-1}.$$

Diese wichtige Relation kann man auch direkt aus (12.) § 2 erhalten.

Nach Formel (13.), § 2 ist für $x = t$, weil $h_0 \equiv 0$ ist,

$$(7.)\quad h_1 + h_2 + \cdots + h_{k-1} \equiv 0.$$

Ist nun $k = 2$, so ist demnach $h_1 \equiv 0$ und folglich $H(t) \equiv 0$ und nach (15.), § 2

$$(8.)\quad G_m^{(2)}(t) \equiv 0.$$

Ist jetzt $m = 5$, so ist nach (6.) $Q(1)(t^4-1) \equiv 0$ und folglich $Q(1) \equiv 0$, d. h.

$$(9.)\quad 5^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2}.$$

Denn es kann nicht $t^4 \equiv 1$ sein für die 6 verschiedenen Werte (1.), § 3, auch nicht für $t = z$, weil die beiden Kongruenzen $x^4 \equiv 1$ und $x^3 \equiv -1$ nur die Wurzel $x \equiv -1$ gemeinsam haben; endlich auch nicht für $t \equiv 2$, falls $p > 5$ ist. Ferner ist identisch

$$(10.)\quad Q_5(x) \equiv 0,$$

weil diese Funktion vierten Grades für $x = 0, 1, 1, -1$ und noch für mindestens zwei Werte t verschwindet.

Die Kongruenz

$$(11.)\qquad h_1^{(2)}(t) = \sum_r {}_0^{p-1}(2r+1)^{p-2}t^r \equiv 0$$

ist eine neue, von Hrn. Vandiver entdeckte Kombination der Kummerschen Kongruenzen, die er direkt abgeleitet hat. Nimmt man darin je zwei Glieder zusammen, die den Werten r und $p-1-r$ entsprechen, so erhält man $\sum_r {}_0^{q-1}(2r+1)^{p-2}(t^r - t^{-r}) \equiv 0$, wo $p = 2q+1$ ist, oder $\sum_r {}_1^q (2r-1)^{p-2}(t^{r-1} - t^{-r+1}) \equiv 0$, und wenn man $2r-1 = p-2s$ setzt, $\sum_r {}_1^q s^{p-2}t^s \equiv \sum s^{p-2}t^{-s}$. Nimmt man aber in der Kongruenz $f(t) \equiv 0$ je zwei Glieder zusammen, die den Werten r und $p-r$ entsprechen, so findet man $\sum s^{p-2}t^s \equiv t\sum s^{p-2}t^{-s}$. So erhält man die neue Kongruenz in der Form, worin sie Hr. Vandiver gegeben hat,

$$(12.)\qquad \sum_r {}_1^q \frac{t^r}{r} \equiv 0, \qquad \sum_r {}_1^q \frac{t^r}{2r-1} \equiv 0.$$

§ 5.

$k = 3, \qquad m = 7.$

Setzt man in der Formel (5.), § 2 $m = 2$, $\rho = -1$, so erhält man nach (7.), § 3

$$(x-(-1)^k)\,F_{2,k}(x) \equiv -x\sum (-1)^l h_k(x)$$

und folglich für $x = t$

$$(1.)\quad T_{0,2} = h_2 + h_4 + h_6 + \cdots \equiv 0, \quad T_{1,2} \equiv h_1 + h_3 + h_5 + \cdots \equiv 0.$$

Dies sind aber nicht, wie die Relation (7.), § 4, unmittelbar lineare Verbindungen der Kummerschen Kongruenzen, sondern folgen daraus erst, wenn $f(-1) \equiv 0$ ist. Ist $k = 3$, so ist $h_1 \equiv h_2 \equiv 0$, also $H(t) \equiv 0$ und mithin

$$(2.)\qquad G_m^{(2)}(t) \equiv 0.$$

Ist also $m = 7$, so ist nach (6.), § 4 $Q(1)(t^6 - 1) \equiv 0$. Nun verschwindet $t^6 - 1$ für $t = \pm 1$, kann also nicht noch für 6 voneinander und von $t = \pm 1$ verschiedene Werte $\equiv 0$ sein, auch nicht für $t = 2$, falls $p > 7$ ist. Der Fall $t = z$ kann nur eintreten, wenn $p = 6n+1$ ist. Ist also $p = 6n-1$, so ist $G(1) \equiv 0$ oder

$$(3.)\qquad 7^{p-1} \equiv 1 \pmod{p^2} \qquad (p = 6n-1).$$

Ist $p = 6n+1$, so ist nicht ausgeschlossen, daß $Q(1) \equiv 0$ ist. Ob dies aber notwendig ist, läßt sich mit den hier entwickelten Hilfsmitteln nicht entscheiden.

Ist umgekehrt $Q(1) \equiv 0$, so ist

$$Q(x) \equiv ax(x-1)^2(x+1)(x^2-cx+1).$$

Ist nicht $a \equiv 0$, so kann c nur 1 oder $\frac{5}{2}$ sein. Aus

$$Q \equiv a(x-(c+1)x^2+cx^3+cx^4-(c+1)x^5+x^6)$$

folgt nach (4.), § 4

$$\begin{aligned} G^{(2)} &= a(-(c+1)x+cx^2+x^3+x^4+cx^5-(c+1)x^6) \\ &= -ax(x-1)^2(x+1)((c+1)x^2+x+c+1). \end{aligned}$$

Da aber G nach (2.), (5.) und (8.), § 4 für dieselben Werte verschwindet wie Q, so kann es sich von Q nur um einen konstanten Faktor unterscheiden. Durch Koeffizientenvergleichung findet man $c^2+c+1 \equiv 0$. Dieser Bedingung genügt aber weder $c = 1$ noch $c = \frac{5}{2}$, falls $p > 13$ ist. Daher ist $a \equiv 0$ und identisch $Q_7(x) \equiv 0$.

Ist aber $G(1)$ von Null verschieden, so kann nur $t = z$ sein; es ist also $G^{(k)}(z) \equiv 0$. Da

$$G^{(k)}(z) = a_k(z+z^6) + a_{2k}(z^2+z^5) + a_{3k}(z^3+z^4)$$

und

$$z+z^6 \equiv z+1, \quad z^2+z^5 \equiv 0, \quad z^3+z^4 \equiv -1-z$$

ist, so ist demnach $a_k \equiv a_{3k}$, also $a_1 \equiv a_2 \equiv a_3$ und folglich

$$G_7^{(k)}(x) = Q_7(x) = \frac{1}{6}\, Q(1)\, x\, \frac{x^6-1}{x-1}, \tag{4.}$$

und diese Formel gilt auch, wenn $Q(1) \equiv 0$ ist.

§ 6.

$m = 4, 6, 8, 9, 10, 12.$

Die Funktion $Q_m(x)$ verschwindet identisch für $m = 2, 3, 5$ und, wie ich gleich zeigen werde, auch für andere Werte von m. Ist dies der Fall, so ist $mf(x) \equiv -(x^m-1)P_m(x)$ durch x^m-1 teilbar, und weil

$$(x-1)^p Q_{mn} - (x^{mn}-1) P_{mn} \equiv mnf$$

ist, so ist $Q_{mn}(x)$ durch $\frac{x^m-1}{x-1}$ teilbar.

Demnach ist $f(x)$ durch x^2-1, x^3-1, x^5-1 teilbar, $Q_{3n}(x)$ durch x^2+x+1, $Q_{5n}(x)$ durch $\frac{x^5-1}{x-1}$. Nach (11.), § 2 ist $Q_m(1)\equiv 0$, wenn m durch keine von 2, 3 und 5 verschiedene Primzahl teilbar ist. Die Funktion $Q_4(x)$ verschwindet daher identisch, weil sie durch $x(x-1)^2(x+1)^2$ teilbar ist, und mithin sind $f(x)$ und $Q_{4n}(x)$ durch x^2+1 teilbar. $Q_6(x)$ verschwindet identisch, weil es durch $x(x-1)^2(x+1)^2(x^2+x+1)$ teilbar ist, und mithin sind $f(x)$ und $Q_{6n}(x)$ durch x^2-x+1 teilbar. $Q_8(x)$ verschwindet identisch, weil es durch $x(x-1)^2(x+1)^2(x^2+1)$ teilbar ist und noch durch mindestens zwei Faktoren $x-t$, und mithin sind $f(x)$ und $Q_{8n}(x)$ durch x^4+1 teilbar. $Q_{10}(x)$ verschwindet identisch, weil es durch $x(x+1)^2(x-1)(x^5-1)$ teilbar ist und noch durch mindestens zwei Faktoren $x-t$ (wenigstens für $p>31$), und mithin sind $f(x)$ und $Q_{10n}(x)$ durch x^5+1 teilbar. Da

$$Q_9(x)\equiv ax(x^3-1)(x^2-1)(x^2-cx+1)\equiv a\big(x+x^8-c(x^2+x^7)+(c-1)(x^4+x^5)\big)$$

ist, so ist nach (4.), § 4

$$\begin{aligned}G_9^{(2)}(x)&\equiv a\big(-c(x+x^8)+(c-1)(x^2+x^7)+x^4+x^5\big)\\&\equiv -ax(x^3-1)(x^2-1)\big(c(x^2-x+1)+x\big).\end{aligned}$$

Die Funktion $(x^2+x+1)(x^2-cx+1)$ kann nicht für 6 verschiedene Werte t verschwinden. Daher ist $t=z$ oder 2, und für $x=t$ verschwindet nicht x^2+x+1, sondern x^2-cx+1 und nach (8.), § 4 auch $c(x^2-x+1)+x$. Ist nicht $a\equiv 0$, so ist also $c^2-c+1\equiv 0$. Dies ist aber, da $c=1$ oder $\frac{5}{2}$ ist, nicht der Fall, wenn $p>19$ ist. Daher verschwindet auch $Q_9(x)$ identisch. Da

$$\begin{aligned}Q_{12}(x)&\equiv ax(x^2-1)^2(x^2+1)(x^2+x+1)(x^2-x+1)\\&\equiv ax(x^6-1)(x^4-1)\equiv a(x-x^5-x^7+x^{11})\end{aligned}$$

ist, so ist

$$G^{(1)}\equiv -G^{(5)}\equiv -G^{(7)}\equiv G^{(11)}$$

und für alle anderen Werte von k $G^{(k)}(x)\equiv 0$. Ebenso wie bei $m=7$ folgt daraus zunächst, daß stets $G_{12}^{(k)}(t)\equiv 0$ ist. Ist nicht $a\equiv 0$, so verschwindet $Q_{12}(t)$ nicht für $t=2$, falls $p>7$ ist, aber auch nicht für die 6 verschiedenen Werte (1.), § 3; denn für diese ist x^2-x+1 von Null verschieden, und $(x^2+1)(x^2+x+1)$ nur vom vierten Grade. Daher muß $t=z$ sein, in jedem anderen Falle ist identisch $Q_{12}(x)\equiv 0$, also stets für $p=6n-1$. Dasselbe gilt für $Q_7(x)$.

§ 7.
$k = 4, 5, \cdots 9$.

In dem Ausdruck (14.), § 2 von H kommen die k Funktionen h_i nur in gewissen Verbindungen vor,

$$(1.) \qquad T_{l,m}^{(k)} = T_l = \sum_n h_n^{(k)} \qquad (n \equiv l \pmod{m}),$$

wo n nur die unter den Werten $0, 1, \cdots k-1$ durchläuft, die $\equiv l \pmod{m}$ sind. Demnach ist $T_l = T_{l'}$, wenn $l \equiv l' \pmod{m}$ ist. In

$$H = x\,(x^m - 1) \sum_l {}_0^{m-1} \sum_\varepsilon \frac{T_l \rho^l}{x - \rho^k}$$

bewegt sich dann l nicht von 0 bis $k-1$, sondern von 0 bis $m-1$. Aus

$$H = \sum_\varepsilon (T_0 + T_1 \rho + \cdots T_{m-1} \rho^{m-1})(\rho^{-k} x + \rho^{-2k} x^2 + \cdots + x^m)$$

folgt aber

$$(2.) \qquad H_m^{(k)}(x) = m \sum_l {}_1^m x^l T_{kl,m}^{(k)}(x).$$

Ist nun für gewisse Werte von m und k

$$(3.) \qquad G_m^{(k)}(t) \equiv 0,$$

so ist nach (15.), § 2 auch $H(t) \equiv 0$. Daher ist für jeden Wert von k

$$(4.) \qquad \sum_l {}_1^m t^{l-1} T_{kl,m}^{(k)} \equiv 0 \qquad (m = 2, 3, \cdots 10, 12),$$

wo $T = T(t)$ ist.

Ich habe (5.), § 3 und (8.), § 4 und (2.), § 5 gezeigt, daß für jedes m

$$G^{(k)}(t) \equiv 0$$

ist, falls $k = 1, 2, 3$ ist. Die entwickelte Formel bietet die Möglichkeit, diese Kongruenz auf die Werte $k = 4, 5, \cdots 11$ auszudehnen.

Ist $k = 4$, so ist nach (1.), § 5 $h_1 + h_3 \equiv 0$ und $h_2 \equiv 0$. Für $m = 3$ lautet die Formel (4.)

$$T_{4,3} + t\,T_{8,3} + t^2\,T_{0,3} \equiv 0, \quad h_1 + t\,h_2 + t^2\,h_3 \equiv 0.$$

Demnach ist $(t+1)\,h_1 \equiv 0$, und $(t+1)\,H \equiv 0$, also $(t+1)\,G \equiv 0$ und mithin $G^{(4)}(t) \equiv 0$.

Denn für alle Werte von m und k ist

$$(5.) \qquad G(-1) \equiv 0.$$

Ist m ungerade, so folgt dies aus (2.), § 4. Ist aber m gerade, so sei zunächst k zu m teilerfremd, also ungerade. Dann ist nur dann $\rho^k = -1$, wenn $\rho = -1$ ist. In der Summe (14.), § 2 entspricht daher dem Nenner $x+1$ der Zähler (§ 5)

$$x \sum (-1)^l h_l = -(x+1) F_{2,k}(x).$$

Wegen des Faktors $x^m - 1$ ist daher $H(-1) \equiv 0$, und folglich nach (15.), § 2 auch $G(-1) \equiv 0$. Der Fall, wo m und k einen Teiler gemeinsam haben, läßt sich mittels der Formel (2.), § 9 auf den betrachteten zurückführen.

Ist $k = 5$, so ist $h_1 + h_4 \equiv 0$ und $h_2 + h_3 \equiv 0$. Die Formel (4.) liefert für $m = 3$

$$T_{5,3} + t T_{10,3} + t^2 T_{0,3} \equiv 0, \quad h_2 + t(h_1 + h_4) + t^2 h_3 \equiv 0,$$

und für $m = 4$ (vgl. (24.), § 2)

$$T_{5,4} + t T_{10,4} + t^2 T_{15,4} + t^3 T_{0,4} \equiv 0, \quad h_1 + t h_2 + t^2 h_3 + t^3 h_4 \equiv 0.$$

Demnach ist $(t+1) h_l \equiv 0$ und $G^{(5)}(t) \equiv 0$.

Ist k keine Primzahl, so benutzt man mit Vorteil die aus (3.), § 2 fließende Relation

$$h_l^{(k)}(x) = d^{p-2} h_{l'}^{(k')}(x), \tag{6.}$$

wo d ein gemeinsamer Divisor von $k = dk'$ und $l = dl'$ ist.

Für $k = 6$ ist demnach

$$h_2^{(6)} = 2^{p-2} h_1^{(3)} \equiv 0, \quad h_4^{(6)} = 2^{p-2} h_2^{(3)} \equiv 0, \quad h_3^{(6)} = 3^{p-2} h_1^{(2)} \equiv 0.$$

Dazu kommt die Relation $h_1 + h_2 + h_3 \equiv 0$ und

$$h_1 + t h_2 + t^2 h_3 + t^3 h_4 + t^4 h_5 \equiv 0.$$

Daher ist $(t+1)(t^2+1) h_l \equiv 0$ und

$$(t^2+1) G^{(6)}(t) \equiv 0. \tag{7.}$$

In derselben Weise findet man

$$(t^2+t+1) G^{(7)}(t) \equiv 0 \tag{8.}$$

und

$$M_6 G^{(8)}(t) \equiv 0, \quad M_6 M_9 G^{(9)}(t) \equiv 0, \quad M_7 M_{10} G^{(10)}(t) \equiv 0, \tag{9.}$$

falls man

$$M_6 = t^2+1, \quad M_7 = t^2+t+1, \quad M_{10} = t^2-t+1 \tag{10.}$$

setzt, und wenn $u = t + t^{-1}$ ist,

$$M_8 = t^6 + 1 + t^5 + t + 3(t^4 + t^2) + t^3 = t^3(u^3 + u^2 - 1), \tag{11.}$$

$$M_9 = t^8 + 1 + t^7 + t + 4(t^6 + t^2) + 3(t^5 + t^3) + 5t^4 = t^4(u^4 + u^3 - 1). \tag{12.}$$

Mit Hilfe dieser Ergebnisse kann man nun wieder für größere Werte von m, zunächst für $m = 11$ und 13 die Gültigkeit der Kongruenz (3.) für alle Werte von k nachweisen. Das Gelingen dieses alternierenden Verfahrens, das abwechselnd zu größeren Werten von m und k führt, beruht darauf, daß die Ausdrücke $h_l^{(k)}$ von m unabhängig sind, und daß $G_m^{(k)}$ für ein gegebenes m nur $\left[\frac{m}{2}\right]$ verschiedene Funktionen darstellt.

Leider macht das Auftreten des Faktors $t^2 - t + 1$ in M_{18} wenigstens für Primzahlen $p = 6n + 1$ jeden weiteren Fortschritt unmöglich, insbesondere die Behandlung des Falles $m = 23$.

§ 8.

$m = 11, 13$.

Die Formel (6.), § 4, die unsere Entwicklungen wesentlich gefördert hat, läßt sich verallgemeinern. Sei $m = 2q + 1$ eine Primzahl, g eine primitive Wurzel von m, und

$$k \equiv g^{\varkappa} \quad , \quad l \equiv g^{\lambda} \qquad (\mathrm{mod}\ m)\,,$$
$$G^{(k)} = Q^{(\varkappa)} \quad , \quad a_l = c_{\lambda} \quad , \quad x^l + x^{m-l} = x_{\lambda} \quad , \quad t^l + t^{m-l} = t_{\lambda}\,.$$

Dann bleiben $Q^{(\varkappa)}, c_{\varkappa}, x_{\varkappa}$ ungeändert, wenn $\varkappa$ (mod q) geändert wird (nicht nur (mod $2q$)). Soll x_{λ} für einen gegebenen Index λ berechnet werden, so ist zu beachten, daß $l \equiv g^{\lambda}$ zwischen 0 und m liegt, und nicht, wie in a_l, (mod m) geändert werden darf. Dann ist

$$(1.) \qquad Q(x) = \sum_{\lambda} c_{\lambda} x_{\lambda} \quad , \quad Q^{(\varkappa)}(x) = \sum_{\lambda} c_{\varkappa+\lambda} x_{\lambda}\,,$$

wo λ irgendein vollständiges Restsystem (mod q) durchläuft. Sei ϑ irgendeine Wurzel der Gleichung

$$(2.) \qquad \vartheta^q = 1\,.$$

Dann ist

$$\sum_{\varkappa} \vartheta^{-\varkappa} Q^{(\varkappa)} = \sum_{\varkappa,\lambda} \vartheta^{-\varkappa} c_{\varkappa+\lambda} x_{\lambda} = \sum_{\varkappa,\lambda} \vartheta^{\lambda-\varkappa} c_{\varkappa} x_{\lambda}\,,$$

da man in der zweiten Summe $\varkappa$ durch $\varkappa - \lambda$ ersetzen kann. Daher ist

$$(3.) \qquad \sum_{\varkappa} \vartheta^{-\varkappa} Q^{(\varkappa)}(x) = \Big(\sum_{\varkappa} \vartheta^{-\varkappa} c_{\varkappa}\Big)\Big(\sum_{\varkappa} \vartheta^{\varkappa} x_{\varkappa}\Big)\,.$$

Für $\vartheta = 1$ ist dies die Formel (6.), § 4. Ist q gerade, also $m = 4n + 1$, und $\vartheta = -1$, so ist

$$\sum (-1)^{\varkappa} Q^{(\varkappa)} = \Big(\sum (-1)^{\varkappa} c_{\varkappa}\Big)\Big(\sum (-1)^{\varkappa} x_{\varkappa}\Big)\,.$$

Ist also $G^{(k)}(t) = 0$ für $k = 1, 2, \cdots q$, so ist entweder

$$\sum (-1)^{\kappa} c_{\kappa} = \sum_{l}\nolimits_{1}^{m-1} \left(\frac{l}{m}\right) a_l$$

durch p teilbar, oder $\sum (-1)^{\kappa} t_{\kappa}$. Aus der Gleichung (3.) aber kann man die analoge Folgerung nur ziehen, wenn p in dem Körper $P(\vartheta)$ eine Primzahl ist. Ist N das Zeichen der Norm in $P(\vartheta)$, so ist entweder

$$N\left(\sum \vartheta^{\kappa} t_{\kappa}\right) \equiv 0 \text{ oder } \sum \vartheta^{\kappa} c_{\kappa} \equiv 0 .$$

Ist z. B. $m = 7$, $g = 3$, $q = 3$, $\vartheta^2 + \vartheta + 1 = 0$ und $t = 2$, so ist

$$N \frac{1}{6}\left(t + t^6 + \vartheta(t^3 + t^4) + \vartheta^2(t^2 + t^5)\right) = 9 \,.\, 7 \,.\, 13 .$$

Auch auf dem in § 5 eingeschlagenen Wege ergab sich, daß der Wert $p = 13$ ausgeschlossen werden muß.

Analog ist für $m = 11$, $g = 2$, $q = 5$, $\dfrac{\vartheta^5 - 1}{\vartheta - 1} = 0$,

$$N \frac{1}{6}\left(2 + 2^{10} + \vartheta(2^2 + 2^9) + \vartheta^2(2^4 + 2^7) + \vartheta^3(2^3 + 2^8) + \vartheta^4(2^5 + 2^6)\right)$$

$$= N(20186 + 2047\sqrt{5}) =$$

$$386523551 = 311 \,.\, 1242841 \tag{4.}$$

und für $m = 13$, $g = 2$, $q = 6$, $t = 2$, $\vartheta^2 + \vartheta + 1 = 0$,

$$\frac{1}{6} \sum (-1)^{\lambda} t_{\lambda} = 521$$

$$N\left(\frac{1}{6} \sum \vartheta^{\lambda} t_{\lambda}\right) = 287823 = 3 \,.\, 37 \,.\, 2593 ,$$

$$N\left(\frac{1}{6} \sum (-\vartheta)^{\lambda} t_{\lambda}\right) = 517171 = 463 \,.\, 1117 .$$

Für die Primzahl $p = 2593 = 1 + 32 \,.\, 81$ ist

$$2^{81} \equiv 1 - 275 p \pmod{p^2} .$$

Für die Primzahl $p = 1242841 = 1 + 8 \,.\, 3 \,.\, 5 \,.\, 10357$ ist

$$2^{3 \,.\, 10357} \equiv -1 \pmod{p} \tag{5.}$$

aber wohl kaum $(\text{mod } p^4)$, wie es nach (9.), § 3 sein müßte, wenn p eine Ausnahmeprimzahl wäre. Die Kongruenz (5.) und die Zerlegung (4.) oder

$$(20186 + 2047\sqrt{5}) = (34 + 13\sqrt{5})(1799 - 630\sqrt{5})$$

verdanke ich Hrn. CUNNINGHAM.

Ist $m = 11$, so gilt die Kongruenz $G^{(k)}(t) \equiv 0$ für $k = 1, 2, \cdots 5$. Nach (5.), § 4 ist daher $Q(1)(t^{10}-1) \equiv 0$, und mithin $Q(1) \equiv 0$ und

$$(6.) \qquad 11^{p-1} \equiv 1 \qquad (\text{mod}\, p^2).$$

Denn die Kongruenz $t^{10} \equiv 1$ gilt nicht für alle Werte von t, nicht für $t = z$, weil die Funktionen $x^{10}-1$ und x^2+1 nur den Faktor $x+1$ gemeinsam haben; nicht für $t = 2$, falls $p > 31$ ist. Sind aber die 6 Werte (1.), § 3 verschieden, so müßte jeder einer der beiden Kongruenzen

$$\frac{x^5-1}{x-1} \equiv 0 \quad \text{oder} \quad \frac{x^5+1}{x+1} \equiv 0$$

genügen. Diese haben keinen Faktor gemeinsam, und sind beide symmetrisch, haben also neben der Wurzel t immer auch die Wurzel t^{-1}. Keiner können alle 6 Werte genügen. Daher genügen der einen t und t^{-1}, der andern die 4 andern Werte. Die letztere muß also, wenn $tw = (t-1)^2$ gesetzt wird, mit

$$(7.) \qquad \Psi(x) = (x-(1-t))\left(x - \frac{1}{1-t}\right)\left(x - \frac{t-1}{t}\right)\left(x - \frac{t}{t-1}\right)$$
$$= x^4 + 1 + (w-1)(x^3+x) - \left(2w + \frac{1}{w}\right)x^2$$

übereinstimmen. Da nicht $w-1 = -1$ sein kann, so muß

$$\Psi(x) = x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$$

sein. Durch Koeffizientenvergleichung ergibt sich $w \equiv 2$, $2w^2 + w + 1 \equiv 0$, was für $p > 11$ unvereinbar ist.

Nun kann man zeigen, daß identisch $Q(x) \equiv 0$ ist. Sollte $t = z$ den Kongruenzen $G^{(k)}(t) \equiv 0$ genügen, so wäre $A_k = a_{2k} + a_{3k} - a_{5k} \equiv 0$, also weil

$$A_k - 2A_{2k} + 3A_{3k} + 4A_{4k} + 5A_{5k} = 11 a_k$$

ist, auch $a_k \equiv 0$. Der Fall $t = 2$ ist schon oben erledigt. Seien endlich die 6 Werte (1.), § 3 verschieden. Sie sind die Wurzeln der Gleichung $\Phi = 0$, wo

$$(8.) \quad \Phi(x) = (x^2-x+1)^3 - v(x^2-x)^2 = \left((x+1)(x-2)\left(x-\frac{1}{2}\right)\right)^2$$
$$-\left(v - \frac{27}{4}\right)(x^2-x)^2 = x^6 + 1 - 3(x^5+x) - (v-6)(x^4+x^2) + (2v-7)x^3$$

ist, falls $(t^2-t)^2 v = (t^2-t+1)^3$ gesetzt wird. Dann ist

$$Q(x) \equiv ax(x-1)^2(x+1)\Phi(x).$$

Ist also nicht $a \equiv 0$, so ist

$$\frac{1}{a} Q(x) \equiv x + x^{10} - 4(x^2 + x^9) - (v-8)(x^3 + x^8) - 3(v-3)(x^4 + x^7) - 2(v-2)(x^5 + x^6)$$

und mithin

$$\frac{1}{a} G^{(2)}(x) = -4(x + x^{10}) + 3(v-3)(x^2 + x^9) - 2(v-2)(x^3 + x^8) - (v-8)(x^4 + x^7) + x^5 + x^6$$
$$= ax(x-1)^2(x+1)\big(-4(x^6+1) + (3v-13)(x^5+x) + (v-13)(x^4+x^2) + (3v-14)x^3\big).$$

Da diese Funktion nach (8.), § 9 für dieselben Werte wie Q verschwindet, so müßte sie der Funktion Q proportional sein, was aber unmöglich ist. Daher ist $Q_{11}(x) \equiv 0$.

Ist $m = 13$, so gilt nach § 7 die Kongruenz $(t^2+1)G^{(k)}(t) \equiv 0$ für $k = 1, 2, \cdots 6$ und folglich nach (1.), § 4 auch für $k = 7, 8, \cdots 12$. Ist zunächst $t = z$, so reduziert sie sich auf $G^{(k)}(z) \equiv 0$ oder $A_k = a_k - a_{2k} - a_{4k} + a_{6k} \equiv 0$. Nun ist

$$2(A_k - A_{2k}) - 3(A_{4k} - A_{3k}) + A_{6k} = 7(a_k - a_{2k}),$$

und folglich $a_1 \equiv a_2 \equiv \cdots \equiv a_6$, demnach

$$G_{12}^{(k)}(x) = Q_{12}(x) = \frac{1}{12} Q_{12}(1)\, x \frac{x^{12}-1}{x-1}. \tag{9.}$$

Schließen wir diesen Fall aus, so ist nach (6.), § 4 $Q(1)(t^2+1)(t^{12}-1) \equiv 0$ und mithin $Q(1) \equiv 0$ und

$$13^{p-1} \equiv 1 \quad (\text{mod. } p^2). \tag{10.}$$

Denn für alle Werte von t kann nicht $t^{12} \equiv 1$ sein. Für $t = 2$ nicht, wenn $p > 13$ ist. Sind aber die 6 Werte von t alle verschieden, so genügen sie (nach Aufhebung des Faktors $t^2 - t + 1$) der Kongruenz

$$(t^2+1)(t^2+t+1)(t^4-t^2+1) \equiv 0.$$

Daraus schließt man wie oben, daß $\Psi(x)$ mit

$$x^4 - x^2 + 1 \quad \text{oder} \quad (x^2+1)(x^2+x+1)$$

übereinstimmen muß, was nicht möglich ist.

Besteht aber die Kongruenz (10.), was für $p = 6n-1$ sicher eintreten muß, so ist $G^{(0)} + \cdots + G^{(5)} + G^{(6)} \equiv 0$ und mithin auch $G^{(6)} \equiv 0$, ohne den Faktor t^2+1. Daher ist, wie sich durch Koeffizientenvergleichung ergibt,

$$Q(x) = x(x-1)^2(x+1)\Phi(x)\big(c_0(x^2+4x+1) + c_1 x\big)$$

und, wenn man $x(x-1)^2(x+1)\Phi(x) = L$ setzt, allgemeiner

$$Q^{(n)}(x) = \big(c_n(x^2+4x+1) + c_{n+1}x\big)L.$$

Setzt man $C = \sum \vartheta^{-n} c_n$, so folgt daraus nach (3.), daß identisch

$$C\left[(x^2 + (4+\vartheta)x + 1)L - \sum \vartheta^n x_n\right] \equiv 0 .$$

Durch Kombination der Kongruenzen, die sich hieraus durch Koeffizientenvergleichung ergeben, erkennt man, daß für jede Wurzel der Gleichung $\vartheta^4 = 1$ $C \equiv 0$ sein muß. Daher ist $c_0 \equiv c_1 \equiv \cdots \equiv c_{\ldots} \equiv 0$, und $Q_{11}(x) \equiv 0$.

§ 9.

$m = 14, 18, 22, 26$.

Aus der Formel (6.), § 7 ergibt sich: Haben $m = dm'$ und $k = dk'$ den gemeinsamen Divisor d, so ist

$$dT^{(k)}_{kl,m} \equiv T^{(k')}_{k'l,m'} .$$

Nach (2.), § 7 ist daher

$$H^{(k)}_m \equiv m' \sum_l^m x^l S^{(k')}_{k'l,m'} .$$

Die Summe der ersten m' Glieder ist $H' = H^{(k')}_{m'}$, die der folgenden m' Glieder $x^{m'}H'$, die der weiteren $x^{2m'}H'$ usw., und daher ist

$$H^{(k)}_m(x) = \frac{x^m - 1}{x^{m'} - 1} H^{(k')}_{m'}(x) . \tag{1.}$$

Verbindet man diese Formel mit der Grundformel (15.), § 2 und der analogen Formel für m', k', so erhält man

$$G^{(k)}_m(x) = \frac{x^m - 1}{x^{m'} - 1} G^{(k')}_{m'}(x) . \tag{2.}$$

Die gebrochenen Funktionen

$$\frac{G^{(k)}_m(x)}{x^m - 1} = G_{m:k}(x), \quad \frac{H^{(k)}_m(x)}{x^m - 1} = H_{m:k}(x) \tag{3.}$$

hängen also, ebenso wie $F_{m:k}$ nur von dem Verhältnis $m:k$ ab, aber nicht wie $F_{m:k}$ von $m:k$ (mod p).

Den Koeffizienten von x^l in Q_m will ich jetzt, um auch seine Abhängigkeit von m auszudrücken, mit $a_{l:m}$ bezeichnen. Aus (2.) erhält man durch Vergleichung der Koeffizienten der Anfangsglieder $a_{k:m} = a_{k':m'}$, d. h. $a_{k:m}$ hängt nur von dem Verhältnis $k:m$ ab. Ist z. B. identisch $Q_m(x) \equiv 0$, so verschwindet in Q_{mn} der Koeffizient jeder Potenz von x, deren Exponent durch n teilbar ist. Wegen der Wichtigkeit dieser Ergebnisse will ich sie noch auf einem anderen Wege herleiten.

Nach (2.), § 1 ist, aber nur für $l = 0, 1, \cdots m-1$,

$$(mh+l)^{p-1} - h^{p-1} = \sum' \frac{\rho^l f(\rho)}{1-\rho^p} = -\frac{1}{m}\sum_{\xi} \rho^l Q_m(\rho) + \frac{1}{m} Q(1),$$

also weil nach (6.), § 1 und (11.), § 2

$$\frac{1}{m} Q(1) \equiv -\frac{m^{p-1}-1}{p} \equiv (m^{p-1}-1) h^{p-1}$$

ist,

$$(mh+l)^{p-1} - (mh)^{p-1} \equiv -\frac{1}{m}\sum_{\xi} \rho^{-l} Q_m(\rho),$$

also

$$(4.) \qquad -a_{l:m} \equiv (mh+l)^{p-1} - (mh)^{p-1}$$

oder

$$-a_{l:m} \equiv \sum_{n}{}_0^{p-2} \binom{p-1}{n} b_n m^n l^{p-1-n} \equiv \sum b_n \left(-\frac{m}{l}\right)^n.$$

Das Glied mit dem Faktor b_{p-1}, das allein p im Nenner enthält, hebt sich auf. Demnach hängt

$$(5.) \qquad a_{l:m} = a_{kl:km}$$

nur von dem Verhältnis $l : m$ ab. Sei

$$(6.) \qquad S_n(x) = \frac{(x+h)^{n+1} - h^{n+1}}{n+1}$$

die Bernoullische Funktion $(n+1)$ten Grades, die durch die Bedingungen

$$(7.) \qquad S_n(x+1) = S_n(x) + x^n \quad , \quad S_n(0) = 0$$

bestimmt ist. Dann ist nach (4.)

$$(8.) \qquad a_{l:m} \equiv S_{p-2}\left(\frac{l}{m}\right)$$

und

$$(9.) \qquad Q_m(x) = \sum_{l}{}_0^{m-1} S_{p-2}\left(\frac{l}{m}\right) x^l.$$

Dies ergibt sich auch aus (21.), § 2

$$-F_m(x) \equiv \sum_{n}{}_0^{p-2} (-1)^n m^n b_n f_{p-n}(x) \equiv \sum_{r}{}_0^{p-1} \sum_{n} \binom{p-1}{n} m^n h^n r^{p-n-1} x^r$$

$$\equiv \sum_{r} \left(\left(h + \frac{r}{m}\right)^{p-1} - h^{p-1}\right) x^r,$$

also

$$(10.) \qquad F_m(x) \equiv \sum_r {}_0^{p-1} S_{p-2}\left(\frac{r}{m}\right) x^r.$$

Denn nach Formel (4.), § 3 ist Q_m das Aggregat der ersten m Glieder in der Entwicklung von $F_m = P_m - mf$ nach Potenzen von x. Umgekehrt läßt sich jene Formel aus den Darstellungen (9.) und (10.) herleiten:

Es bewege sich r von 0 bis $p-1$, und l von 0 bis $m-1$. Ist $S = S_{p-2}$, so ist $S(x+1) = S(x) + x^{p-2}$ und

$$\sum_n {}_0^{m+p-1} S\left(\frac{n}{m}\right) x^n =$$

$$\sum_r S\left(\frac{r}{m}\right) x^r + \sum_l S\left(\frac{p+l}{m}\right) x^{p+l} = \sum_l S\left(\frac{l}{m}\right) x^l + \sum_r S\left(\frac{m+r}{m}\right) x^{m+r},$$

also weil

$$S\left(\frac{p+l}{m}\right) \equiv S\left(\frac{l}{m}\right), \qquad S\left(\frac{r}{m}+1\right) = S\left(\frac{r}{m}\right) + \left(\frac{r}{m}\right)^{p-2}$$

ist,

$$F_m + x^p Q_m \equiv Q_m + x^m (F_m + mf)$$

oder

$$(11.) \qquad (x^p - 1)\, Q_m - (x^m - 1)\, P_m = mf.$$

Ist l' die zwischen 0 und p liegende Zahl, die der Kongruenz $ml' \equiv l \pmod{p}$ genügt, so ist nach (8.)

$$(12.) \qquad a_{l:m} \equiv 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{l'-1}.$$

Ist $kp + l = ml'$, so ist $l' - 1 = \left[\frac{kp}{m}\right]$ und

$$(13.) \qquad a_{l:m} \equiv s_1 + s_2 + \cdots + s_k.$$

Hier ist

$$(14.) \qquad s_{k.m} = s_k = \sum \frac{1}{n}, \qquad \left(\frac{(k-1)p}{m} < n < \frac{kp}{m}\right),$$

falls das Intervall von 0 bis p in m gleiche Teile geteilt wird, und n die ganzen Zahlen des $k$ten Intervalles durchläuft.

Dann ist $s_{m-k+1} \equiv -s_k$, und wenn $Q_m(x) \equiv 0$ ist, so ist $s_1 \equiv s_2 \equiv \cdots \equiv s_m \equiv 0$. Ist aber z. B. $m = 7$, so folgt aus $a_1 \equiv a_2 \equiv a_4$, daß $s_2 \equiv s_3 \equiv 0$ ist, während s_1 von Null verschieden sein kann. Ist $m = 12$, so ist $s_3 \equiv s_4 \equiv 0$, $s_1 + s_2 \equiv s_5 + s_6 \equiv 0$ und aus $a_1 \equiv -a_5$ folgt $s_1 \equiv -s_5$, so daß $s_1 \equiv -s_2 \equiv -s_5 \equiv s_6$ ist.

Ist $m = 14$, so ist $Q_{14} - 2Q_7$ nach (11.), § 2 und (6.), § 3 durch $x-1$ teilbar und mithin nach (4.), § 3 durch x^7-1. Dasselbe gilt von

$$Q_{14} - 2Q_7 - (x^7-1)\,Q_7 = Q_{14} - (x^7+1)\,Q_7 = D.$$

In Q_7 haben nach (4.), § 5 alle Glieder den nämlichen Koeffizienten a. Denselben Wert haben nach (5.) die Koeffizienten der geraden Potenzen von x in Q_{14}. Daher ist D eine ungerade Funktion, ist also auch durch x^7+1, folglich durch $x^{14}-1$ teilbar, und mithin ist $D = 0$, demnach

$$(15.)\quad Q_{14}(x) = (x^7+1)\,Q_7(x)\quad,\quad Q_{26}(x) = (x^{13}+1)\,Q_{13}(x).$$

Auf demselben Wege, nur noch einfacher, erhält man

$$(16.)\qquad Q_{18}(x) \equiv 0\quad,\quad Q_{22}(x) \equiv 0.$$

§ 10.

$m = 15, 16, 20, 21, 24.$

Daß eine Funktion $L(x)$, z. B. $Q_m(x)$ identisch (mod p) verschwindet, haben wir für kleine Werte von m meist daraus geschlossen, daß L durch eine Funktion höheren Grades teilbar ist. Dies ist uns in § 9 noch für $m = 26$ gelungen. Für größere Werte von m wird der Anwendungsbereich dieses Schlusses immer enger. Wir werden ihn durch den Schluß ersetzen, daß $L(x)$ und $L(1-x)$ keinen Teiler gemeinsam haben. Die in der Resultante R dieser beiden Funktionen aufgehenden Primzahlen sind dann auszunehmen. Es handelt sich hier immer um symmetrische Funktionen,

$$L(x) = (x-x_1)\,(x-x_2)\cdots(x-x_{2n}) = x^n M(y),$$

wo $xy = (x-1)^2$ ist. In der Resultante

$$(1.)\qquad R = \prod\,(x_\alpha + x_\beta - 1)$$

ergeben die Faktoren, worin $x_\alpha = x_\beta$ ist, im wesentlichen $L(2)$, die Faktoren, worin $x_\alpha = x_\beta^{-1}$ ist, $M(-1)$. Diese Zahl ist durch die Primzahlen p teilbar, für die als Moduln $L(z)$ und z^2-z+1 einen Teiler gemeinsam haben. Die übrigen Faktoren können zu vieren zusammengefaßt werden,

$$(2.)\quad (x_\alpha + x_\beta - 1)\,(x_\alpha + x_\beta^{-1} - 1)\,(x_\alpha^{-1} + x_\beta - 1)\,(x_\alpha^{-1} + x_\beta^{-1} - 1)$$
$$= 1 - y_\alpha y_\beta\,(y_\alpha + y_\beta - 3).$$

Ist z. B. L die Funktion M_1 ((11.), § 7), so ergibt diese Formel als Ausnahme die Primzahl 103, während $L(2) = 167$ ist.

Die in R aufgehenden Primzahlen p werde ich im folgenden nicht in jedem einzelnen Falle berechnen, sondern mich meist damit begnügen festzustellen, daß R von Null verschieden ist. Für den besonders häufig eintretenden Fall, wo $x_1, x_2, \cdots$ Einheitswurzeln sind, bemerke ich noch: Ist ρ eine Einheitswurzel, so kann $1-\rho = \sigma$ nur dann eine Einheitswurzel sein, wenn ρ (also auch σ) zum Exponenten 6 gehört, da $(1-\rho)(1-\rho^{-1}) = 1$ sein muß. Nur in diesem Falle kann also $R = 0$ sein.

Ist $m = 15$, so verschwinden in Q die Koeffizienten aller Potenzen von x, deren Exponent durch 3 oder 5 teilbar ist. Daher ist

$$Q_{15} = a_1(x+x^{14}) + a_2(x^2+x^{13}) + a_4(x^4+x^{11}) + a_7(x^7+x^8).$$

Dieser Ausdruck ist durch x^5-1 teilbar. Daß eine Funktion durch x^n-1 teilbar ist, bedeutet, daß alle Summen $a_\lambda + a_{\lambda+n} + a_{\lambda+2n} + \cdots$ verschwinden. Daher ist hier $a_1 + a_6 + a_{11} \equiv 0$ oder $a_1 + a_4 \equiv 0$, $a_2 + a_7 \equiv 0$, also

$$Q = a_1(x + x^{14} - x^4 - x^{11}) + a_2(x^2 + x^{13} - x^7 - x^8),$$

oder wenn man

$$\varphi_1 = \frac{x^5+1}{x+1}, \quad \varphi_2 = x(x^2-x+1)$$

setzt,

$$Q = x(x^5-1)(x^3-1)(x+1)(a_1\varphi_1 + a_2\varphi_2),$$

und ebenso, weil $a_4 = -a_1$ ist,

$$G^{(2)} = G = x(x^5-1)(x^3-1)(x+1)(a_2\varphi_1 - a_1\varphi_2).$$

Aus den Kongruenzen $Q(t) \equiv 0$, $G(t) \equiv 0$ folgt für $t = z$ und $t = 2$ unmittelbar, daß $Q(x) \equiv 0$ ist (falls $p > 157$ ist). Wenn endlich die 6 Werte t verschieden sind, so kann $a_1\varphi_1 + a_2\varphi_2$ nicht für mehr als 4 davon verschwinden, und $L(x) = (x^5-1)(x^3-1)$ nicht für mehr als ein Paar reziproker Werte, etwa t und t^{-1}, weil R nach den obigen Bemerkungen von Null verschieden ist. Daher ist

$$a_1\varphi_1 + a_2\varphi_2 \equiv a_1\Psi \equiv a_1\left(x^4 + (w-1)x^3 - \left(2w + \frac{1}{w}\right)x^2 + \cdots\right),$$

also ist, falls nicht $a_1 \equiv 0$ ist,

$$w^2 + w + 1 \equiv 0, \quad t^4 - 3t^3 + 5t^2 - 3t + 1 \equiv 0.$$

Daher kann nicht $L(t) \equiv 0$ sein, falls $p > 13$ ist. Folglich ist $a_1 \equiv 0$, und weil $G(t) \equiv 0$ ist, auch $a_2 \equiv 0$.

In genau derselben Weise erledigen sich die Fälle $m = 16$ (falls $p > 457$ ist) und $m = 20$ (falls $p > 61$ ist). Nur ist $G = G^{(3)}$ zu setzen. Demnach ist also

$$(3.) \qquad Q_{15}(x) \equiv 0, \quad Q_{16}(x) \equiv 0, \quad Q_{20}(x) \equiv 0.$$

Ist $m = 24$, so benutze ich die Gleichung

$$Q_{12} = a_2 x (x^6 - 1)(x^4 - 1),$$

wo $a_2 = a_{2:24} = a_{1:12}$ ist. Daher ist $a_{10} = a_{5:12} = -a_2$. Außer für $t = z$ ist $a_2 \equiv 0$. In der Differenz $D = Q_{24}(x) - Q_{12}(x^2)$ verschwinden die Koeffizienten aller Potenzen von x, deren Exponent durch 2 oder 3 teilbar ist. Daher ist

$$D = a_1(x + x^{23}) + a_5(x^5 + x^{19}) + a_7(x^7 + x^{17}) + a_{11}(x^{11} + x^{13}).$$

Weil D durch $x^8 - 1$ teilbar ist, muß $a_1 + a_7 \equiv 0$, $a_5 + a_{11} \equiv 0$ sein. Setzt man also

$$\varphi_2 = x(x^6 + 1), \quad \varphi_1 = x^8 + 1, \quad \varphi_5 = x^4,$$

so ist

$$Q = Q_{24} = x(x^6 - 1)(x^8 - 1)(a_2 \varphi_2 + a_1 \varphi_1 + a_5 \varphi_5)$$

und

$$G = G_{24}^{(5)} = x(x^8 - 1)(x^6 - 1)(-a_2 \varphi_2 + a_5 \varphi_1 + a_1 \varphi_5).$$

Ist $t = z$, so haben die Funktionen $G^{(k)}$ alle den Faktor $x^6 - 1$ und verschwinden für $x = z$. Schließen wir diesen Fall aus, so ist $a_2 \equiv 0$. Für $t = 2$ ist

$$257\, a_1 + 16\, a_5 \equiv 0, \quad 16\, a_1 + 257\, a_5 \equiv 0,$$

also $a_1 \equiv a_5 \equiv 0$, falls $p > 241$ ist. Sind aber die 6 Werte von t alle verschieden, so sei

$$C = \frac{(x^8 - 1)(x^3 - 1)}{(x^2 - 1)(x - 1)}, \quad A = \frac{\varphi_1 + \varphi_5}{x^2 - x + 1} = \frac{x^{12} - 1}{(x^4 - 1)(x^2 - x + 1)},$$

$$B = \varphi_1 - \varphi_5 = \frac{x^{12} + 1}{x^4 + 1}.$$

Aus $Q \pm G \equiv 0$ ergibt sich dann

$$(a_1 + a_5)\, AC \equiv 0, \quad (a_1 - a_5)\, BC \equiv 0.$$

Nun verschwindet AC ebenso wie BC nur für Einheitswurzeln, kann also höchstens für zwei Werte von t durch p teilbar sein. Daher ist $a_1 \equiv a_5 \equiv 0$ und $Q_{24}(x) \equiv 0$. In jedem Falle ist für alle Werte von k

$$G_{24}^{(k)}(t) \equiv 0. \tag{4.}$$

Ist $m = 21$, so enthält

$$Q_{21}(x) - (x^{14} + x^7 + 1)\, Q_7(x) = D$$

keine Potenz von x, deren Exponent durch 3 oder 7 teilbar ist,

$$D = d_1(x + x^{20}) + d_2(x^2 + x^{19}) + d_4(x^4 + x^{17})$$
$$+ d_5(x^5 + x^{16}) + d_8(x^8 + x^{13}) + d_{10}(x^{10} + x^{11}),$$

und ist durch x^7-1 teilbar. Daher ist

$$d_1 + d_8 \equiv 0\,,\quad d_2 + d_5 \equiv 0\,,\quad d_4 + d_{10} \equiv 0$$

und

$$D \equiv x(x^7-1)(x^3-1)(x+1)(d_1\varphi_1 + d_4\varphi_4 + d_2\varphi_2)\,,$$

wo

$$\varphi_1 = (x^6+1)(x^2-x+1)\,,\quad \varphi_4 = x^3(x^2-x+1)\,,\quad \varphi_2 = -x\frac{x^7+1}{x+1}$$

ist. Die Funktionen $D^{(4)}$ und $D^{(2)}$ unterscheiden sich von D nur durch den letzten Faktor, der bei ihnen

$$d_4\varphi_1 + d_2\varphi_4 + d_1\varphi_2 \quad \text{und} \quad d_2\varphi_1 + d_1\varphi_4 + d_4\varphi_2$$

lautet. Für $x = z$ ist $\varphi_1 \equiv \varphi_4 \equiv 0$. Daher ist nach § 7 $d_2 \equiv d_1 \equiv d_4 \equiv 0$. Für $x = 2$ ergeben sich drei Kongruenzen, deren Determinante 7.13.661 ist. Sind die 6 Werte von t verschieden, so ist

$$(d_1 + d_4\vartheta + d_2\vartheta^2)(\varphi_1 + \varphi_4\vartheta^2 + \varphi_2\vartheta) \equiv 0\,,$$

wo $\vartheta^3 = 1$ ist. Sowohl für $L(x) = \varphi_1 + \varphi_4 + \varphi_2$ wie für $L(x) = N(\varphi_1 + \varphi_4\vartheta^2 + \varphi_2\vartheta)$ ist R von Null verschieden. Daher ist für die drei Werte von ϑ $d_1 + d_4\vartheta + d_2\vartheta^2 \equiv 0$ und mithin $d_1 \equiv d_4 \equiv d_2 \equiv 0$. Demnach ist

$$(5.)\qquad Q_{21}(x) \equiv (x^{14} + x^7 + 1)\,Q_7(x) \equiv G_{21}^{(k)}(x)\,,$$

außer für $k = 7$ und 14. Ist nicht $t = z$, so ist $Q_{21}(x) \equiv 0$.

§ 11.

$m = 17, 19$.

Ist $m = 17$, so ist für $k = 1, 2, \cdots 8$ nach § 7 $M_4 M_7 M_8 G_{17}^{(k)}(t) \equiv 0$ und mithin nach (6.), § 4 $M_7 M_8 Q(1)(t^{16}-1) \equiv 0$ (weil $M_4 = t^2+1$ in $t^{16}-1$ enthalten ist). Daher ist $Q(1) \equiv 0$ und

$$(1.)\qquad 17^{p-1} \equiv 1 \qquad (\mathrm{mod}\ p^2).$$

Dies ist klar für $t = z$ und $t = 2$. Sind aber die 6 Werte von t verschieden, so kann jeder der beiden Faktoren M_8 und $M_7(t^{16}-1)$ nur für zwei reziproke Werte verschwinden.

Folglich ist identisch

$$G^{(1)} + \cdots + G^{(6)} + G^{(7)} + G^{(8)} \equiv 0\,,$$

also für $x = t$ nach § 7 $M_4 M_7 G^{(8)} \equiv 0$, und $M_8 G^{(8)} \equiv 0$, demnach $G^{(8)} \equiv 0$ und in derselben Weise $G^{(7)} \equiv 0$ und $G^{(6)} \equiv 0$. Für $t = z$ ergeben sich die Relationen

$$A_k = a_{2k} + a_{3k} - a_{5k} - a_{6k} + a_{8k} \equiv 0.$$

Daher ist auch

$$A_{1k}+A_{4k}-A_{2k}-A_{7k}+4(A_{3k}+A_{8k})+2A_{5k}+5A_{6k}\equiv 15a_k\equiv 0.$$

Allgemein ergibt sich aus den 8 Kongruenzen $G^{(k)}(t)\equiv 0$ das Verschwinden der zyklischen Determinante achten Grades

$$|t_{\kappa+\lambda}|=\prod_{\vartheta}\Big(\sum_{\kappa}t_\kappa\vartheta^\kappa\Big),$$

wo ϑ die 8 Wurzeln der Gleichung $\vartheta^8=1$ durchläuft. Ist $t=2$, so erhält man so die auszuschließenden Primzahlen. Für den allgemeinen Fall muß gezeigt werden, daß die in 4 rationale Faktoren zerlegbare Funktion

$$L(x)=|x_{\kappa+\lambda}|$$

zu $L(1-x)$ teilerfremd ist. Dann kann man schließen, daß für jeden der 8 Werte von ϑ $\sum c_\kappa\vartheta^\kappa\equiv 0$, also $c_\kappa\equiv 0$ und

$$Q_{17}(x)\equiv 0 \tag{2.}$$

ist.

Ist $m=19$, so muß, falls $t=z$ ist,

$$A_k=a_k-a_{2k}-a_{4k}+a_{6k}+a_{7k}-a_{9k}\equiv 0$$

sein. Setzt man, wenn $l_1,\cdots l_9$ unbestimmte Größen sind

$$\sum l_kA_k=\sum L_ka_k\quad,\quad\sum l_k=L_0,$$

so ist $L_1+\cdots+L_9=0$ und

$$9\,.\,19\,l_k=19L_0+25L_{1k}-3L_{2k}-21L_{3k}-27L_{4k}+24L_{5k}+39L_{6k}$$
$$+28L_{7k}+4L_{8k}-12L_{9k}.$$

Ist z. B. $L_k=171$, $L_{2k}=-171$, und sind alle andern $L_r=0$, so erhält man

$$28A_k-37A_{2k}+11A_{3k}+36A_{4k}-31A_{5k}-60A_{6k}+25A_{7k}+4A_{8k}+24A_9$$
$$=9\,.\,19\,(a_k-a_{2k}),$$

und folglich ist $a_1\equiv a_2\equiv\cdots\equiv a_9$,

$$Q_{19}(x)=\frac{1}{18}Q_{19}(1)\,x\frac{x^{18}-1}{x-1}. \tag{3.}$$

Dieselbe Formel gilt aber auch, falls nicht $t=z$ ist, nur ist dann $Q(1)\equiv 0$,

$$19^{p-1}\equiv 1 \qquad (\mathrm{mod}\ p^2), \tag{4.}$$

und demnach $Q_{19}(x)\equiv 0$. Dies tritt also sicher ein, wenn $p=6n-1$ ist.

Über den Quanteneffekt bei einatomigen Gasen und Flüssigkeiten.

Von Dr. A. Eucken.

(Aus dem Physikalisch-Chemischen Institut der Universität Berlin.
Vorgelegt von Hrn. Rubens.)

1. Die Vermutung, daß ebenso wie bei der Rotations- und Schwingungsenergie der Moleküle, so auch bei der Translationsenergie ein Quanteneffekt zu erwarten sei, wurde zuerst von Nernst[1] ausgesprochen und zunächst dadurch begründet, daß ein einatomiges Gas, dessen Atome elektrische Ladungen tragen, in unendlich dicker Schicht, ebenso wie ein fester Körper, die gewöhnliche schwarze Temperaturstrahlung aussenden müsse. Seitdem sind eine Reihe eingehender theoretischer Untersuchungen über die Anwendung der Quantentheorie auf einatomige ideale Gase veröffentlicht worden[2].

In der ursprünglichen Quantentheorie, die sich auf die Schwingungsenergie der Moleküle bezieht, spielt nun bekanntlich die Eigenfrequenz ν der Moleküle eine hervorragende Rolle. Daher mußte bei ihrer Übertragung auf andere Energieformen, bei denen keine Eigenfrequenz vorkommt, die fundamentale Beziehung: Energiequantum $= h\nu$ irgendwie abgeändert werden, und es ist einleuchtend, daß die Art dieser Änderung sich von vornherein nicht vollständig willkürfrei festlegen ließ. In der Tat beruhen denn auch die Überlegungen der einzelnen Autoren zum Teil auf völlig verschiedenen Grundannahmen.

Trotz ihrer verschiedenen Ausgangspunkte führen diese Berechnungen aber sämtlich zu der Größenordnung nach gleichen Ergebnissen; insbesondere stimmen sie auch darin überein, daß sich der Quanteneffekt (als Abweichung vom Äquipartitionsgesetz) sowohl qualitativ als auch quantitativ in einer durchaus anderen Weise bemerk-

[1] Zeitschr. f. Elektrochem. **17**, 826 (1911); Physik. Zeitschr. **13**, 1066 (1912).

[2] H. Tetrode, Physik. Zeitschr. **14**, 212 (1913); O. Sackur, Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur, Febr. 1913. W. H. Keesom, Physik. Zeitschr. **14**, 665 (1913). A. Sommerfeld und W. Lenz, Vorträge über die kinetische Theorie der Materie und der Elektrizität S. 123, Leipzig und Berlin 1914.

bar macht, je nachdem man die Existenz einer Nullpunktsenergie voraussetzt oder nicht, und zwar führen die unter Annahme einer Nullpunktsenergie abgeleiteten Formeln zu einer erheblich kleineren Abweichung vom Äquipartitionsgesetz, als ohne dieselbe. Obgleich eine experimentelle Prüfung der bisherigen Berechnungen dadurch erschwert wird, daß die Quanteneffekte bei Gasen auf alle Fälle klein sind und daß sie größtenteils durch die van der Waals-Effekte (Molekularattraktion) verdeckt werden, läßt sich auf Grund des vorliegenden Materials bereits jetzt mit voller Sicherheit aussagen, daß von den bisherigen Formeln diejenigen ohne Nullpunktsenergie sicherlich nicht zutreffend sind, während diejenigen mit einer Nullpunktsenergie zunächst zu keinen Widersprüchen führen[1]. Dieses Ergebnis ist indessen vorläufig rein negativer Art; die weitere Untersuchung des Quanteneffekts verdünnter Gase hängt in erster Linie davon ab, ob sich die Existenz einer Nullpunktsenergie sicher beweisen oder widerlegen läßt. An welcher Energieform diese Prüfung vorgenommen wird, ist dabei belanglos; denn es ist nicht wahrscheinlich, daß eine bestimmte Energieform, z. B. die Translationsenergie, durch eine Nullpunktsenergie ausgezeichnet sei, die übrigen Energieformen aber nicht. Gelingt daher eine sichere Widerlegung des Vorhandenseins einer Nullpunktsenergie auch nur in einem Falle, so wäre damit erwiesen, daß die bisherigen Arten der Übertragung der Quantentheorie auf Gase den Tatsachen nicht entsprechen und daher einer Umgestaltung bedürfen.

In der neuesten Zeit sind nun bereits verschiedene Argumente gegen die Existenz einer Nullpunktsenergie erbracht worden, z. B. sprechen die Versuche M. v. Laues und Steph. van der Lingens[2] über den Temperatureinfluß auf die Röntgenstrahlinterferenzen beim Diamanten gegen eine Nullpunktsenergie.

Einen weiteren, zu derselben Aussage führenden Beitrag zu dieser Frage vermag die Untersuchung des Energieinhaltes einatomiger Flüssigkeiten oder stark komprimierter, einatomiger Gase bei tiefen Temperaturen zu liefern. Falls hier nämlich überhaupt ein Quanteneffekt nachweisbar ist, so muß im Temperaturverlauf des Energieinhaltes ein fundamentaler Unterschied zu erwarten sein, je nachdem eine Nullpunktsenergie angenommen wird oder nicht.

2. Die bisherigen Beobachtungen deuten darauf hin, daß für eine einatomige Flüssigkeit bei hohen Temperaturen für die Atomwärme bei konstantem Volumen das Dulong-Petitsche Gesetz gilt

---

[1] Hierauf wiesen zuerst H. Kamerlingh-Onnes und W. H. Keesom mit Nachdruck hin (Vorträge über die kinetische Theorie usw. S. 193); auch die neuesten Messungen O. Sackurs, Ber. d. D. Chem. Ges. **47**, 1318 (1914), führen zu dem gleichen Resultat.

[2] Die Naturwissenschaften **2**, 371 (1914).

($C_v = 5.955$ cal). So findet man für flüssiges Quecksilber 5.8 cal bei Zimmertemperatur; ferner wurden bei einer Reihe von geschmolzenen (vermutlich einatomigen) Metallen für C_p Werte zwischen 7 und 8.8 cal beobachtet; die Umrechnung auf C_v wäre nur bei Kenntnis des Ausdehnungskoeffizienten und der Kompressibilität durchführbar, doch scheint es durchaus wahrscheinlich, daß auch hier C_v etwa 6 cal beträgt. Es ergibt sich hieraus, daß eine einatomige Flüssigkeit etwa den gleichen Gehalt an potentieller Energie besitzen muß wie an kinetischer, und es folgt weiterhin, daß die Wärmebewegung der Flüssigkeit in erster Annäherung durch Schwingungen der Atome darzustellen ist. Die Atome können natürlich auf Grund dieses Resultates nicht als starr angesehen werden, wie es in der Theorie der Zustandsgleichung häufig geschieht, sondern müssen als elastisch deformierbar aufgefaßt werden, falls man nicht die Annahme einer mit der Entfernung abnehmenden Abstoßungskraft vorzieht.

Wenn man die Flüssigkeit bei konstantem Volumen auf höhere Temperaturen, auch oberhalb des kritischen Punktes, erwärmt, so wird offenbar keine prinzipielle Änderung in den Schwingungsverhältnissen und in dem Energieinhalt der Substanz eintreten; es wird also auch hier das Dulong-Petitsche Gesetz (als Grenzgesetz für hohe Temperaturen) geltend bleiben. Während somit bei mäßig stark komprimierten Gasen die Energieverhältnisse ziemlich kompliziert liegen (einerseits infolge eines Beitrages der Molekularattraktion, anderseits infolge des allmählichen Auftretens der Schwingungsenergie), so vereinfachen sie sich wieder bei stark komprimierten Gasen. Insbesondere muß die Wirkung der Molekularattraktion hier in den Hintergrund treten, da dieselbe bei mäßig komprimierten Gasen die Folge einer (mit der Temperatur variablen) Schwarmbildung der Moleküle ist, die bei einer stark komprimierten Substanz offenbar gering sein muß.

3. Bei tiefen Temperaturen werden bei der Flüssigkeit, ebenso wie bei den festen Körpern, Quanteneffekte auftreten. Da die Wärmebewegung hier (im Gegensatz zum verdünnten Gase) in erster Linie durch Schwingungen darstellbar ist, bereitet die Übertragung der Quantenformeln keine prinzipielle Schwierigkeit.

Es steht offenbar nichts im Wege, einer flüssig-gasförmigen Substanz von hinreichender Dichte den gleichen Schwingungszustand zuzuschreiben, wie wir ihn nach Debye[1] für feste Körper annehmen. Es würde hiernach ein ganzes Schwingungsspektrum existieren, welches sich durch die Formel[2]:

---

[1] Ann. d. Physik (4) **39**, 789 (1912).

[2] Der Faktor 4π beruht auf der Annahme, daß in der Flüssigkeit nur Longitudinalschwingungen vorkommen. Bei sehr hohen Frequenzen ist indessen

$$dz = \frac{4\pi V}{c^3} \nu^2 d\nu \qquad (1.)$$

(dz Zahl der Schwingungen im Intervall ν bis $\nu + d\nu$, V Atomvolumen, c mittlere Schallgeschwindigkeit) ausdrücken läßt, welches bei $\nu = 0$ beginnt und bei

$$\nu_m = c \sqrt[3]{\frac{9N}{4\pi V}} \qquad (1\,a.)$$

endet (wenn N die Avogadrosche Zahl darstellt).

Setzt man wie üblich

$$\frac{\beta\nu}{T} = \xi, \quad \frac{\beta\nu_m}{T} = \frac{\Theta}{T} = x \qquad (\beta = 4.8 \cdot 10^{-11}),$$

so führt die Anwendung der Quantentheorie für die Energie U bei einer bestimmten Temperatur zu den Ausdrücken:

$$U = \frac{9RT}{x^3} \int_0^x \frac{\xi^3 d\xi}{e^\xi - 1} \qquad (2.)$$

oder:

$$U = 3RT \left(\frac{3}{8} x + \frac{3}{x^3} \int_0^x \frac{\xi^3 d\xi}{e^\xi - 1} \right), \qquad (2\,a.)$$

je nachdem man eine Nullpunktsenergie annimmt oder nicht.

Gegenüber dem festen Körper besteht hier der Unterschied, daß die Größe Θ nicht von der Temperatur unabhängig, sondern veränderlich ist[1]. Man wird nämlich jedenfalls in erster Annäherung die Schallgeschwindigkeit c der Molekulargeschwindigkeit proportional setzen können; da diese wiederum der Quadratwurzel aus der Energie proportional ist, ergibt sich nach (1 a.), wenn man alle Konstanten durch den Ausdruck $\sqrt{\frac{\vartheta}{3R}}$ zusammenfaßt:

---

das Vorhandensein auch von Transversalschwingungen nicht ausgeschlossen (der Faktor 4π wäre dann durch einen höheren Wert, im Grenzfall durch 12π zu ersetzen). Wie aus der Fortpflanzung von Erdbebenwellen durch das Erdinnere hervorgeht, treten in äußerst stark komprimierten Gasen auch bei geringen Frequenzen tatsächlich Transversalwellen auf; es wäre denkbar, daß eine gewöhnliche Flüssigkeit die gleiche Erscheinung wenigstens gegenüber raschen Frequenzen (von der Größe der Wärmeschwingungen) zeigt.

[1] Beim festen Körper ist bei variabler Temperatur die Frequenz konstant und die Amplitude der Schwingung variabel, bei der Flüssigkeit ist in Übereinstimmung mit der Lindemannschen Vorstellung des Schmelzprozesses die Amplitude wenigstens in erster Annäherung konstant, daher muß die Frequenz variabel sein.

$$\Theta = \sqrt{\frac{\vartheta U}{3R}}$$

oder:

$$x^2 = \left(\frac{\Theta}{T}\right)^2 = \frac{U}{3RT}\frac{\vartheta}{T}. \qquad (3.)$$

Eliminiert man aus (2.) bzw. (2a.) und (3.) die Variable x, so erhält man, wie leicht zu sehen, $\frac{U}{T}$ als eine universelle Funktion von $\frac{\vartheta}{T}$, ebenso wie $\frac{U}{T}$ nach (2.) bzw. (2a.) eine universelle Funktion von x ist. Es liegt daher nahe, ϑ als die eigentliche, charakteristische Temperatur der Flüssigkeit anzusehen, während die charakteristische Temperatur Θ Debyes variabel ist.

Der Verlauf von $\frac{U}{T}$ und von Θ als Funktion von $\frac{\vartheta}{T}$ oder T läßt sich numerisch am einfachsten auf die Weise ermitteln, daß man zunächst nach (2.) bzw. (2a.) für eine Reihe von x-Werten die entsprechenden Werte für $\frac{U}{T}$ aufsucht[1]. Dann berechnet man nach (3.) die entsprechenden Werte von $\frac{\vartheta}{T}$, oder wenn man ein bestimmtes ϑ annimmt, die Werte von T. Die Größe der Atomwärme C_v ergibt sich entweder durch eine Differenzenbildung aus den U-Werten oder genauer aus den Formeln[2]

$$C_v = \frac{2}{5} C_D \frac{C_D + \frac{9Rx}{e^x - 1}}{C_D + \frac{9}{5}\frac{Rx}{e^x - 1}} \quad \text{(keine Nullpunktsenergie)} \qquad (4.)$$

und

$$C_v = \frac{2}{5} C_D \frac{C_D + \frac{9Rx}{e^x - 1} + \frac{9Rx}{2}}{C_D + \frac{9}{5}\frac{Rx}{e^x - 1} + \frac{9Rx}{10}} \quad \text{(Nullpunktsenergie)}, \qquad (4a.)$$

in denen C_D den Wert der Debyeschen Funktion für die Atomwärme fester Körper (für den entsprechenden x-Wert) bedeutet[3].

[1] W. Nernst, diese Sitzungsberichte 1912, 1176.

[2] W. H. Keesom, Physik. Zeitschr. 14, 670 (1913).

[3] Die bei Keesom auftretenden Faktoren $C_{v\infty}$ und $C_{D\infty}$ sind im vorliegenden Falle gleich und heben sich daher gegenseitig fort.

Den Verlauf dieser Kurven, soweit er für die folgenden Messungen von Interesse ist, zeigen folgende Tabellen:

Tabelle 1.

$\frac{\Theta}{T} = x$	$\frac{U}{T}$	$\frac{\mathfrak{S}}{T}$	C_v	$\mathfrak{S} = 362.0$		
				T	U	Θ
2.7	1.929	22.505	2.65	16.08	31.03	43.4
2.6	2.016	19.962	2.75	18.13	36.55	47.1
2.5	2.108	17.655	2.86	20.50	43.12	51.3
2.4	2.203	15.570	2.97	23.25	51.22	55.8
2.3	2.303	13.680	3.08	26.46	60.95	60.87
2.2	2.407	11.974	3.195	30.23	72.77	66.51
2.1	2.515	10.442	3.31	34.67	87.19	72.80
2.0	2.627	9.067	3.43	39.92	104.88	79.85
1.9	2.744	7.834	3.55	46.21	126.78	87.79

Tabelle 2.

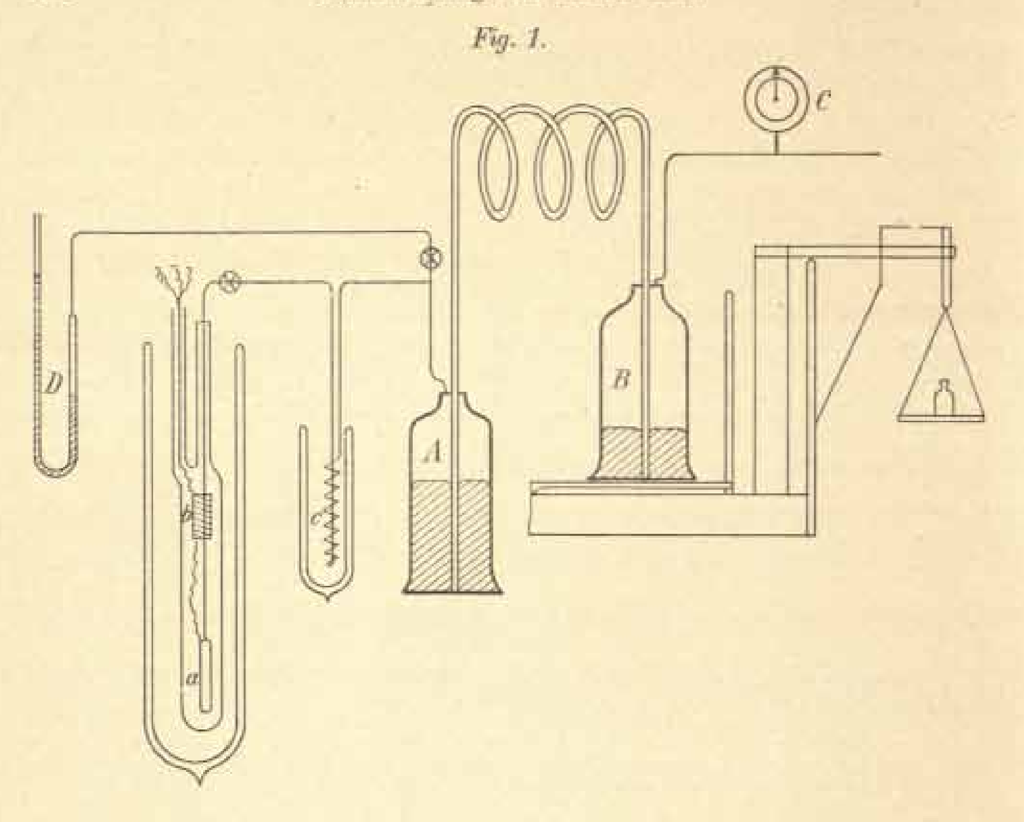
$\frac{\Theta}{T} = x$	$\frac{U}{T}$	$\frac{\mathfrak{S}}{T}$	C_v	$\mathfrak{S} = 398.0$		
				T	U	Θ
∞	∞	∞	0	0	325.8	146.0
10.0	22.445	26.531	0.88	15.02	337.13	150.2
7.22	16.409	18.918	2.02	21.06	345.61	152.0
6.15	14.171	15.894	2.72	25.07	355.25	154.0
5.60	13.049	14.311	3.18	27.84	363.31	155.9
5.00	11.866	12.546	3.71	31.76	376.86	158.8
4.50	10.919	11.044	4.20	36.08	393.95	162.2
4.00	10.014	9.515	4.58	41.88	419.37	167.5

4. Zur Prüfung der Gleichungen (4.) und (4a.) kamen in erster Linie Helium und Wasserstoff[1] in Frage.

Das Gas wurde durch eine Neusilberkapillare in eine kleine (3.48 cm fassende) Stahlbombe a (vgl. Fig. 1) gepreßt, deren Wärmekapazität nach der Methode der elektrischen Heizung im Vakuum bestimmt wurde. Zur Temperaturmessung diente ein um die Bombe gewickelter Bleidraht, zur Heizung ein Konstantandraht; beide Drähte waren in einen Terpentinlack eingebettet und durch Seidenpapier gegen das Metallgefäß isoliert. Die ganze Bombe war zur Vermeidung von Wärmeverlusten mit Silberfolie umkleidet, die an eine Anzahl von dicken, mit der Bombe fest verbundenen Silberringen ringsum angelötet

[1] Unterhalb etwa 60° verhält sich Wasserstoff in thermischer Hinsicht wie eine einatomige Substanz mit dem Atomgewicht 2.017.

Fig. 1.



war. Oberhalb der Stahlbombe war ein etwa 200 g schwerer Bleiblock *b* an die Kapillare angelötet, der eine allzu rasche Erwärmung der Stahlbombe durch von oben zugeleitete Wärme verhinderte.

Zur Ermittlung der Temperatur aus dem Bleiwiderstand diente eine von Eucken und Schwers[1] veröffentlichte Tabelle als Grundlage, die sich auf von Kamerlingh-Onnes untersuchten Bleidraht bezieht. Die Umrechnung erfolgte im allgemeinen mit Hilfe der Nernstschen α-Regel[2]. Eine bereits von H. Schimank[3] gemachte Erfahrung, daß die Korrektionsgröße α bei eingebetteten Drähten nicht völlig konstant ist, bestätigte sich indessen auch hier. Die hierdurch erforderliche Korrektion wurde durch einige Widerstandsbestimmungen in flüssiger Luft (Temperaturmessungen durch ein Sauerstoffdampfdruckthermometer) und in flüssigem Wasserstoff unter verschiedenen Drucken möglichst genau zu bestimmen gesucht. Da indessen sowohl die Tabelle für den Normalbleiwiderstand als auch die Korrektionsdaten für die Umrechnung des Normalwiderstandes auf den benutzten Widerstand auf einer Interpolation über ein verhältnismäßig großes Intervall beruhen, haftet der Temperatur-

[1] Verh. d. D. Physik. Ges. **15**, 581 (1913).
[2] Diese Sitzungsber. 1911, 314.
[3] Dissertation Berlin 1914.

bestimmung eine gewisse Unsicherheit an, die in bezug auf die absolute Temperatur maximal etwa 1 Prozent betragen dürfte, und in bezug auf den Temperaturkoeffizienten des Widerstandes an einzelnen Punkten vermutlich noch etwas größer ist. Die systematischen Fehlerquellen der übrigen, für die Gesamtmessung erforderlichen Daten dürften erheblich geringer sein.

Zur Kompression des Heliums diente eine besondere (in Fig. 1 schematisch dargestellte) Vorrichtung, die gleichzeitig die Bestimmung des jeweils zur Messung verwandten Gasvolumens ermöglichte: der Gasvorrat befand sich in einer 2 l fassenden Stahlflasche *A* (in der Regel unter einem Überdruck von etwa 1 Atm.). Die Kompression erfolgte durch Quecksilber mit Hilfe einer zweiten, gleich beschaffenen Stahlflasche *B* in der Weise, daß *B* von einem größeren Druckreservoir her durch irgendein Gas unter Druck gesetzt wurde. Mit Hilfe einer in flüssigem Wasserstoff befindlichen Metallspirale *c* konnte das komprimierte, in die kleine Meßbombe einströmende Helium von den letzten Resten leichter kondensierbarer Gase befreit werden.

Eine direkte Volumbestimmung des Gases war dadurch möglich, daß *B* sich auf einer Dezimalwage befand, die noch einen Gewichtsunterschied von 1 g ($=3/4$ ccm) deutlich erkennen ließ. Eine hinreichende Beweglichkeit des Wagebalkens wurde durch Anbringung einer ziemlich langen, spiraligen Verbindung (Stahlrohr) zwischen *A* und *B* gewährleistet. Bei der Bestimmung der verwandten Gasmenge wurde zur Druckmessung ein Quecksilbermanometer *D* benutzt, welches bei der Kompression durch ein Ventil abgesperrt werden konnte. Die Druckmessung bei der Kompression erfolgte durch ein Metallmanometer *C*.

Die Wärmekapazität des leeren Gefäßes war relativ klein (bei 17° abs.: 0.04 cal) und betrug auch in den ungünstigsten Fällen nie mehr als $6/10$, in der Regel etwa $1/4$ der gesamten Wärmekapazität.

5. Die Ergebnisse der an Wasserstoff und Helium ausgeführten Messungen sind in den Tabellen 3—6 wiedergegeben. Tabelle 3 und 4 enthalten eine Anzahl direkter Beobachtungen, bei denen die Gase etwa die gleiche Konzentration besaßen wie als Flüssigkeit in der Nähe des Siedepunktes (flüssiger Wasserstoff: 35.1 Mol/Liter; flüssiges Helium: 37.5 Mol/Liter).

Die übrigen, bei geringerer Dichte ausgeführten Messungen (Tab. 3 und 4) sind bereits auf bestimmte Temperaturen reduziert. Die Zahlen der Tabelle 4 stellen Mittelwerte dar, die aus verschiedenen, bei annähernd gleicher Dichte angestellten Versuchsreihen gewonnen wurden.

Tabelle 3.

Konzentration		Molekularwärme des Wasserstoffs					
34.6	T	21.7°	24.9°	27.6°	29.9°	33.0°	36.0°
	C_v	2.91	3.06	3.23	3.28	3.35	3.41
35.7 *	T	20.9	25.2	27.2	29.35	31.9	
	C_v	2.88	3.04	3.09	3.20	3.29	
36.2 *	T	18.6	21.2	21.6	24.0	27.1	29.6
	C_v	2.70	2.78	2.81	3.02	3.12	3.20
	T	31.7	34.1	36.4			
	C_v	3.25	3.31	3.42			

* Auf Fig. 2 graphisch dargestellt.

Tabelle 4.

Konzentration		Atomwärme des Heliums						
33.3	T	17.3°	17.6°	19.7°	20.1°	21.4°	22.5°	23.4°
	C_v	2.94	2.95	2.97	2.97	3.01	3.05	3.08
	T	24.5	26.0	27.0	28.9	29.3	31.5	
	C_v	3.13	3.11	3.17	3.17	3.13	3.23	
34.9	T	17.3	19.4	20.4	24.1	24.1	26.9	
	C_v	2.96	2.90	2.99	3.13	3.09	3.19	
	T	28.0	30.0	32.0				
	C_v	3.15	3.24	3.15				

Tabelle 5.
Molekularwärme des Wasserstoffs.

T	Konzentration (Mol/Liter)						
	2.67 *	4.89 *	16.95	17.20	22.30	34.5	36.2
35°	3.20	3.40	etwa 4.5	etwa 4.0	3.32	3.39	3.36
37.5°	3.19	3.35	3.65	3.50	3.32	3.42	3.43
40°	3.18	3.28	3.43	3.39	3.29	—	(3.43)**
45°	3.14	3.30	3.30	3.30	3.28	—	(3.52)**

* Nach A. Eucken, diese Sitzungsber. 1912, 144.
** Berechnet nach Gleichung (4).

Tabelle 6.

Atomwärme des Heliums.

T	Konzentration (Mol/Liter)			
	9.30*	20.2**	30.0*	34.1*
18°	3.02	2.99	2.90	2.95
22°	3.00	3.03	3.00	3.04
26°	2.99	3.11	3.10	3.12
30°		3.06	3.10	3.20

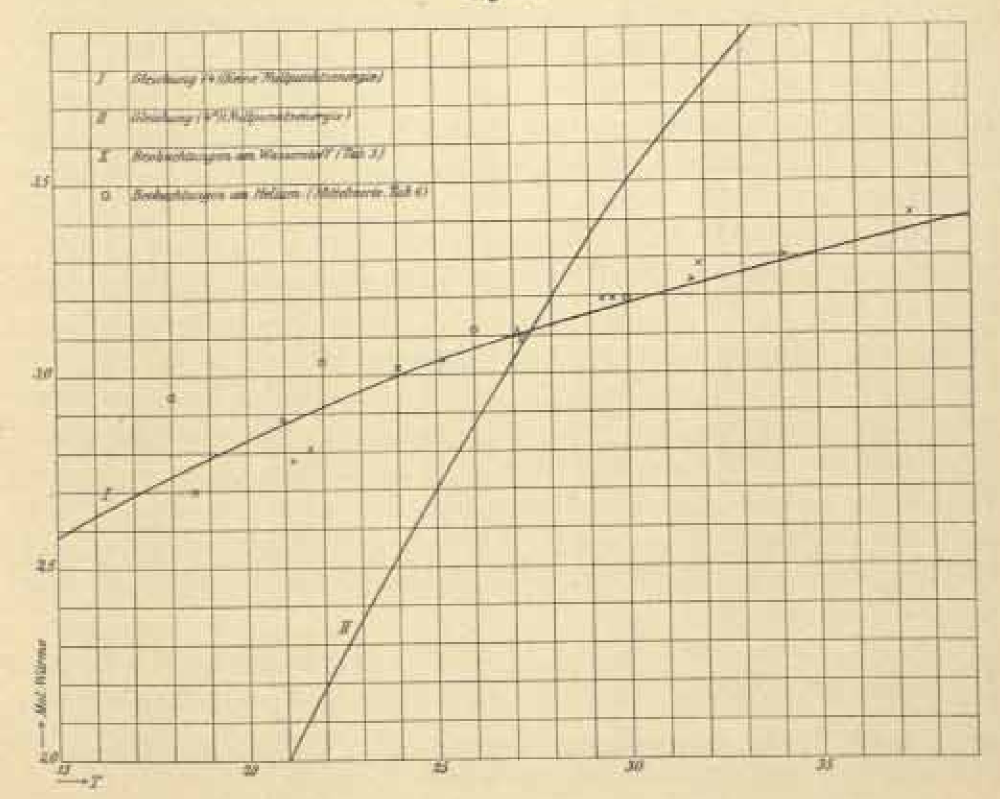
* Aus zwei Versuchsreihen.

** Aus drei Versuchsreihen.

6. Einen Vergleich der bei der größten erreichten Dichte ausgeführten Wasserstoffmessungen mit den Kurven (4.) und (4a.) ermöglicht die Figur 2.

Die Beobachtungen schmiegen sich der ohne Nullpunktsenergie abgeleiteten Formel recht gut an und bestätigen daher diese Berechnungsart. Dagegen versagt die andere Formel vollständig, d. h. die Messungen sind mit der Annahme einer

Fig. 2.



Nullpunktsenergie nicht vereinbar[1]. Die Unterschiede zwischen den beiden Formeln sind so erheblich, daß selbst beträchtliche Änderungen in der Berechnungsart (z. B. ein Ersatz der Debyeschen Funktion durch die Planck-Einsteinsche oder die Annahme eines anderen Grenzwertes der Atomwärme für hohe Temperaturen, etwa 5 oder 7 cal, anstatt 6 cal) an diesem Ergebnis qualitativ nichts ändern würden.

Beim Helium zeigt sich, auch bei der höchsten untersuchten Konzentration, ein noch etwas langsamerer Anstieg, als es die Formel (4.) verlangt. Da hier die Dichte des flüssigen Heliums noch nicht erreicht war, besaßen offenbar noch nicht sämtliche Moleküle die dem Grenzwert $C_v = 5.955$ entsprechende Schwingungsenergie; dieses Ergebnis ist daher mit der oben entwickelten Auffassung durchaus vereinbar. Übrigens erkennt man aus Tab. 6 deutlich, daß der Temperaturkoeffizient von C_v mit wachsender Dichte zunimmt, und es scheint, als ob er bei einer Konzentration von 37—38 Mol/Liter die der Gleichung (4.) entsprechende Größe erreichen würde.

Die Veränderlichkeit von C_v mit der Dichte (bei konstanter Temperatur), für die die Tabellen 3 und 4 Beispiele bieten, ist vermutlich hauptsächlich durch drei verschiedene Ursachen: die Molekularattraktion, das Auftreten von Schwingungsenergie und das Einsetzen eines merklichen Quanteneffektes bedingt. Der durch die Molekularattraktion hervorgerufene Effekt durchläuft ein Maximum und nimmt bei sinkender Temperatur zu; das Auftreten der Schwingungsenergie wird eine beschleunigte Zunahme von C_v bedingen (dieser Effekt wird bei hohen Temperaturen hervortreten), die Quantenwirkung dagegen führt zu einer Abnahme von C_v, da Θ bei einer Verminderung des Volumens wachsen muß.

Bei hinreichend hohen Dichten verschwinden die erstgenannten Effekte oder werden konstant, so daß nur die durch den Quanteneffekt bedingte Veränderlichkeit übrigbleibt. Es ist bemerkenswert, daß die Wasserstoffmessungen bei $c = 34.6$ einerseits und $c = 35.7$ und 36.2 andererseits (vgl. Tab. 3) in der Tat eine, wenn auch geringe, so doch völlig deutliche Abnahme von C^v erkennen lassen. Daß bei mittleren Dichten das Zusammenwirken von mehreren verschiedenen Ursachen zur Entstehung relativ komplizierter Kurven Anlaß gibt, ist wohl einleuchtend. Ein (durch die Molekularattraktion hervorgerufenes) Maximum der Atomwärme tritt beim Wasserstoff in der Nähe des kritischen Punktes scharf hervor.

7. Sieht man durch die voranstehenden Messungen im Verein mit den Ergebnissen von Laues und van der Lingens das Vorhandensein einer

[1] Auch eine Planck-Einsteinsche oder Debyesche Funktion mit konstantem ν_m ist zur Wiedergabe der Beobachtungen durchaus ungeeignet.

Nullpunktsenergie als widerlegt an[1], so ergibt sich nach den obigen Ausführungen, daß die bisherigen Berechnungen des Quanteneffektes einatomiger verdünnter Gase nicht zutreffend sein können. Von ihnen wird, falls man eine Nullpunktsenergie ausschließt, ein erheblich größerer Quanteneffekt gefordert, als es die Beobachtungen zulassen. Nimmt man nun für einatomige Gase einen sehr viel kleineren Quanteneffekt als bisher an, so liegt es nahe zu vermuten, daß der reinen Translationsenergie überhaupt kein Quanteneffekt zukommt. Dieser würde dann ausschließlich für eine beschleunigte Bewegung charakteristisch sein, und ein einatomiges Gas würde nur insoweit einen Quanteneffekt zeigen, als beim Zusammenstoß der Atome Beschleunigungen auftreten. Mit den eingangs erwähnten Gedanken Nernsts steht diese Auffassung durchaus im Einklang, da eine Strahlung nur da möglich ist, wo Beschleunigungen vorhanden sind.

Ein von Tetrode[2] und O. Sackur[3] unter Annahme eines Quanteneffekts der Translationsenergie abgeleiteter Zusammenhang des Planckschen universellen Wirkungsquantums h mit der für den Verdampfungsprozeß charakteristischen chemischen Konstanten der Körper braucht trotzdem nicht preisgegeben zu werden; denn es wurde von O. Stern[4] gezeigt, daß man das Auftreten der Größe h in jener Beziehung als die Folge einer quantenhaften Energieverteilung im festen Körper deuten kann und daher nicht dem Gase zuzuschreiben braucht.

Einen großen Teil der Mittel, die zur Ausführung der hier mitgeteilten Versuche nötig waren, verdanke ich der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften.

---

[1] Zwar lassen sich auch für das Vorhandensein einer Nullpunktsenergie verschiedene Argumente geltend machen, doch sind dieselben indirekter und, wie es scheint, weniger hypothesenfrei als die gegen eine Nullpunktsenergie sprechenden Beobachtungen. Vgl. die Verhandl. a. d. Conseil Solvay 1911 (Deutsche Ausgabe Halle 1913). Anhang S. 400.

[2] Ann. d. Physik **38**, 434 u. **39**, 255 (1912).

[3] Ann. d. Physik **40**, 67 (1913).

[4] Physik. Zeitschr. **14**, 629 (1913).

Adresse an Hrn. Hugo Schuchardt zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 21. Mai 1914.

Hochverehrter Herr Kollege!

Fünfzig Jahre sind verflossen, seit Ihnen die Universität Bonn die summos in philosophia honores verliehen hat. An dem festlichen Maientag, an dem Ihr vergilbtes Doktordiplom erneut wird und Ihre Blicke sich mehr als sonst jugendwärts lenken, bringt Ihnen auch die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaft — wie Sie sie nennen — die herzlichsten Glückwünsche dar.

In Bonn lehrte zu Ihrer Zeit neben Ritschl der Meister Friedrich Diez. Das Thema Ihrer Dissertation, De sermonis romani plebei vocalibus, war aus dem Forschungsgebiet erwachsen, das den klassischen Philologen mit dem Romanisten zusammenführt. Ihre Arbeit hat dieses gemeinsame Forschungsgebiet der jungen Romanistik dienstbar gemacht und es akademisch legitimiert. Es hat seine Fruchtbarkeit auch gleich an Ihrem Versuche erwiesen, indem aus der Dissertation in den nächsten Jahren die drei Bände Ihres »Vokalismus des Vulgärlateins« erwuchsen, die Sie Ihren Lehrern Diez und Ritschl gewidmet haben. Dieses Werk war ein kühnes Unternehmen jugendlichen Wagemutes und bedeutete eine wissenschaftliche Tat. Es wies der Forschung neue Wege und steckte ihr neue hohe Ziele. Zum ersten Male machte sich hier linguistisches Denken an das Problem des Vulgärlateins. Die Originalität wissenschaftlicher Arbeit, die Sie in diesem Erstlingswerk an den Tag gelegt, ist das Zeichen Ihrer Forschung geblieben, auch als sich diese Ihre Forschung vorübergehend Fragen des literarischen Lebens und der literarischen Kunst zugewendet hat.

Früh fesselten Ihren Blick die Grenzgebiete der romanischen Sprachforschung. Das Problem der Sprachmischung zog Sie an. Sie haben als der Erste die vitale Bedeutung der Sprachmischung in allem Sprachleben erkannt und ausgesprochen zu einer Zeit, da andere noch lehrten, daß es keine Mischsprachen gebe. Sie studierten diese Mischung während eines Jahrzehnts an den kreolischen Idiomen der überseeischen Romania und erwiesen die Bedeutung des ethnischen Substrats für Laut und innere Sprachform.

In der Schrift »Slavodeutsches und Slavoitalienisches« weisen Sie zum erstenmal auf das Problem des vorromanischen Wortschatzes

hin, das die heutige Forschung so lebhaft beschäftigt. Dem Baskischen wandten Sie sich nicht nur mit den Interessen des Romanisten zu, der an dieser rätselhaften Sprache zu ergründen versucht, was sie dem Romanischen gegeben und von ihm empfangen hat. Prinzipienwissenschaftliche Belehrung suchten Sie auch bei den kaukasischen und den uralaltaischen Sprachen. Der Horizont Ihrer linguistischen Arbeit ist ungewöhnlich weit.

Die Unabhängigkeit Ihres Urteils trat mit besonderer Deutlichkeit hervor, als Sie vor dreißig Jahren den herrschenden Glauben an die Ausnahmslosigkeit der Lautgesetze bekämpften. Von jener Schrift »Über die Lautgesetze« besteht eigentlich heute noch alles zu Recht. Daß aller Lautwandel ursprünglich individuell und sporadisch ist, und daß die Lautgeschichte sich in Wortgeschichte auflöst, ist eine Erkenntnis, die niemand durchschlagender, überzeugender verteidigt hat als Sie. Und in glänzenden wortgeschichtlichen Monographien erwiesen. Der Wunsch, dieser neuen Wortforschung kulturhistorische Grundlagen zu geben, führte Sie zur Sachforschung, und Sie vereinigen in Ihrer führenden Tätigkeit Sachen und Wörter, ohne eine Parole daraus zu machen.

In Ihrer führenden Tätigkeit! Dieses Attribut gebührt Ihnen in erster Linie vor allen lebenden Romanisten.

Sie haben als Forscher eine Vorliebe für Neuland. Sie wagen sich als Pfadfinder gerne auf unbegangenes Sprachgelände, auf dem Sie mit scharfem Auge sich rasch orientieren. Da Sie die Höhe suchen, gewinnen Sie überall eine Fernsicht.

Sie haben Probleme und Lösungen gesehen, die vor Ihnen keiner beachtet, und manch einer meint heute eine Entdeckung zu machen, der bei näherem Zusehen erfahren kann, daß Sie vor ihm bereits des Weges gegangen sind. Ihre linguistische Arbeit birgt noch viele Keime, und ihr Einfluß wird lange dauern. Das chi dura vince Ihrer Erstlingsschrift hat sich in Jahrzehnten bewährt, und herzlich wünschen wir, daß das Wort sich weiter bewähre in einer langen Reihe glücklicher Jahre, die Ihnen noch beschieden sein möge. Daß Ihre Arbeitsfreude noch jugendlich ist, liest man aus dem Glückwunsch, den Sie neulich ihrem Freunde Th. Gartner dargebracht haben, der mit den Worten schließt:

Wenn auch die Kraft versagt, um abzuschließen,
Es schwindet nie die Lust, noch zu beginnen.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Schenkungsurkunde für den »Ernst Solvay-Fonds«.

Aus Anlass des fünfzigjährigen Jubiläums, welches Herr Ernst Solvay-Brüssel als Schöpfer des Ammoniaksodaverfahrens sowie als Begründer der Ammoniaksodaindustrie im September d. J. begeht, überreicht die unterzeichnete Deutsche Solvay-Werke Actien-Gesellschaft zu Bernburg der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin einen Betrag von 250000 Mark — geschrieben zweihundertfünfzigtausend Mark — zu dauerndem Eigenthum mit nachfolgender Bestimmung:

1. Der Fonds ist als »Ernst Solvay-Fonds« getrennt von den übrigen Vermögensstücken der Königlichen Akademie mündelsicher anzulegen und in seiner Substanz für alle Zeit unberührt zu erhalten. Die Verwaltung des Fonds erfolgt durch die Königliche Akademie auf deren Kosten.

2. Die Zinsen des Ernst Solvay-Fonds sind zur Ausstattung einer ordentlichen Mitgliederstelle (Ziff. 3) mit einem Sondergehalt von 10000 Mark jährlich zu verwenden. Etwaige Zinsüberschüsse sowie die Ersparnisse, welche sich aus Anlass zeitweiliger Nichtverwendung des Jahresgehaltes ergeben, werden dem Capital so lange zugeschlagen, bis die Capitalsvermehrung einen Zinsertrag von 1000 Mark gewährt. In solchem Falle ist das Jahresgehalt um 1000 Mark zu erhöhen, und so fort. Ist auf diesem Wege das Jahresgehalt bis auf 15000 Mark gestiegen, so steht hinsichtlich der weiteren Zinsüberschüsse und Ersparnisse der Königlichen Akademie die freie Verfügung zu.

3. Die ordentliche Mitgliederstelle, für welche das Jahresgehalt der Ziffer 2 bestimmt ist, hat der physikalisch-mathematischen Classe anzugehören und führt die Bezeichnung »Ernst Solvay-Fachstelle«. Die Ernst Solvay-Fachstelle ist in erster Linie für einen Vertreter der technischen Wissenschaften bestimmt. In Ermangelung eines solchen kann sie einem sonstigen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewährt werden, dessen Arbeiten für die Technik von hervorragender Bedeutung sind.

4. Die Vergebung der Ernst Solvay-Fachstelle erfolgt durch die Königliche Akademie nach den für die Bewilligung von Stellen mit besonderen Gehalten bestehenden statutarischen Bestimmungen.

5. Der Witwe bzw. den ehelichen Nachkommen eines verstorbenen Inhabers der Ernst Solvay-Fachstelle wird in gleicher Weise ein Gnadenjahr bewilligt, wie es statutarisch für die Hinterbliebenen der Mitglieder der Königlichen Akademie geregelt ist.

6. Über die Vergebung der Ernst Solvay-Fachstelle ist jedesmal dem vorgesetzten Ministerium zu berichten.

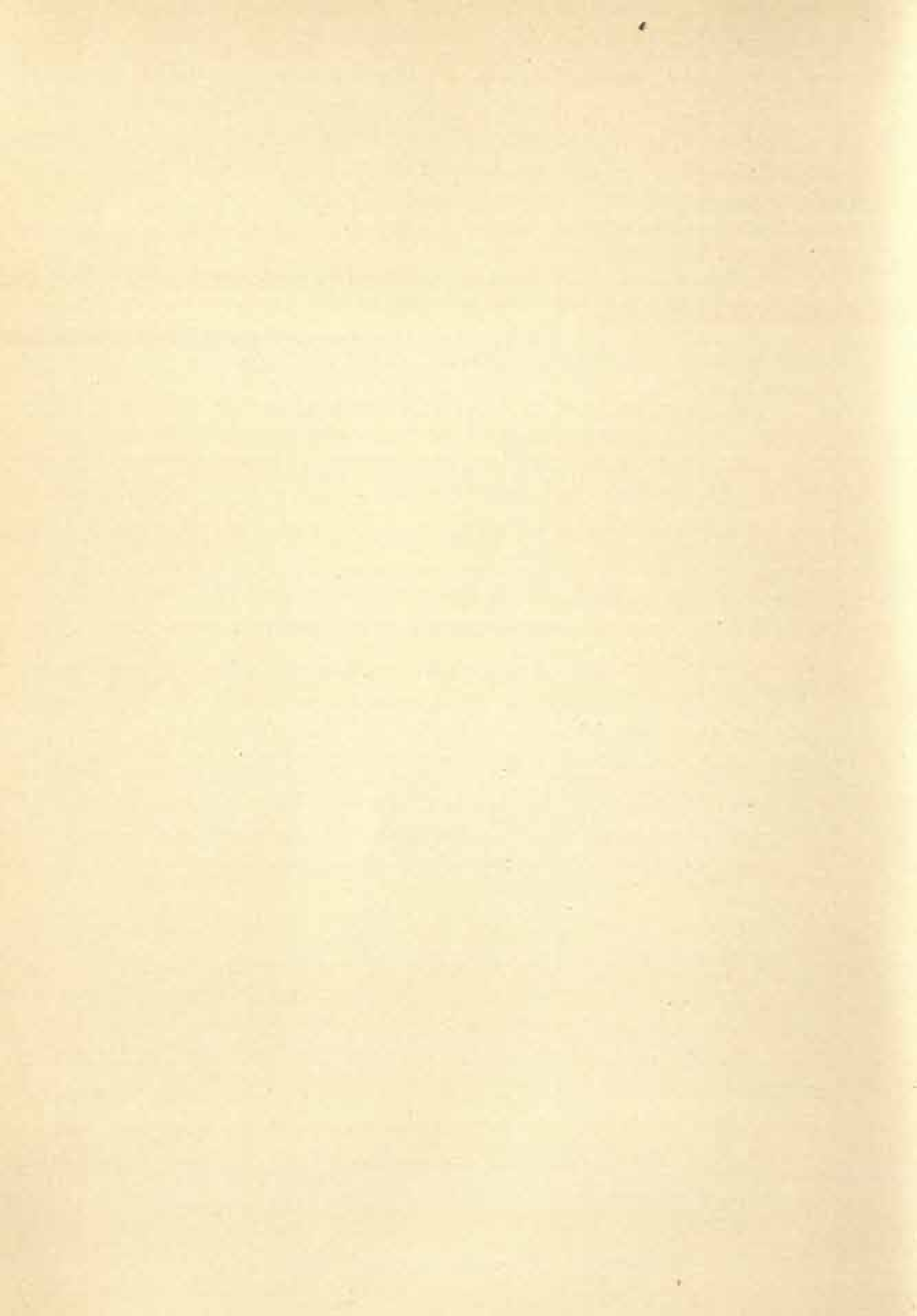
7. Die Reichsschenkungssteuer wird von den Deutschen Solvay-Werken Actien-Gesellschaft zu Bernburg getragen.

Bernburg den 19. September 1913.

Deutsche Solvay-Werke Actien-Gesellschaft.

Ausgegeben am 11. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1914.

XXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

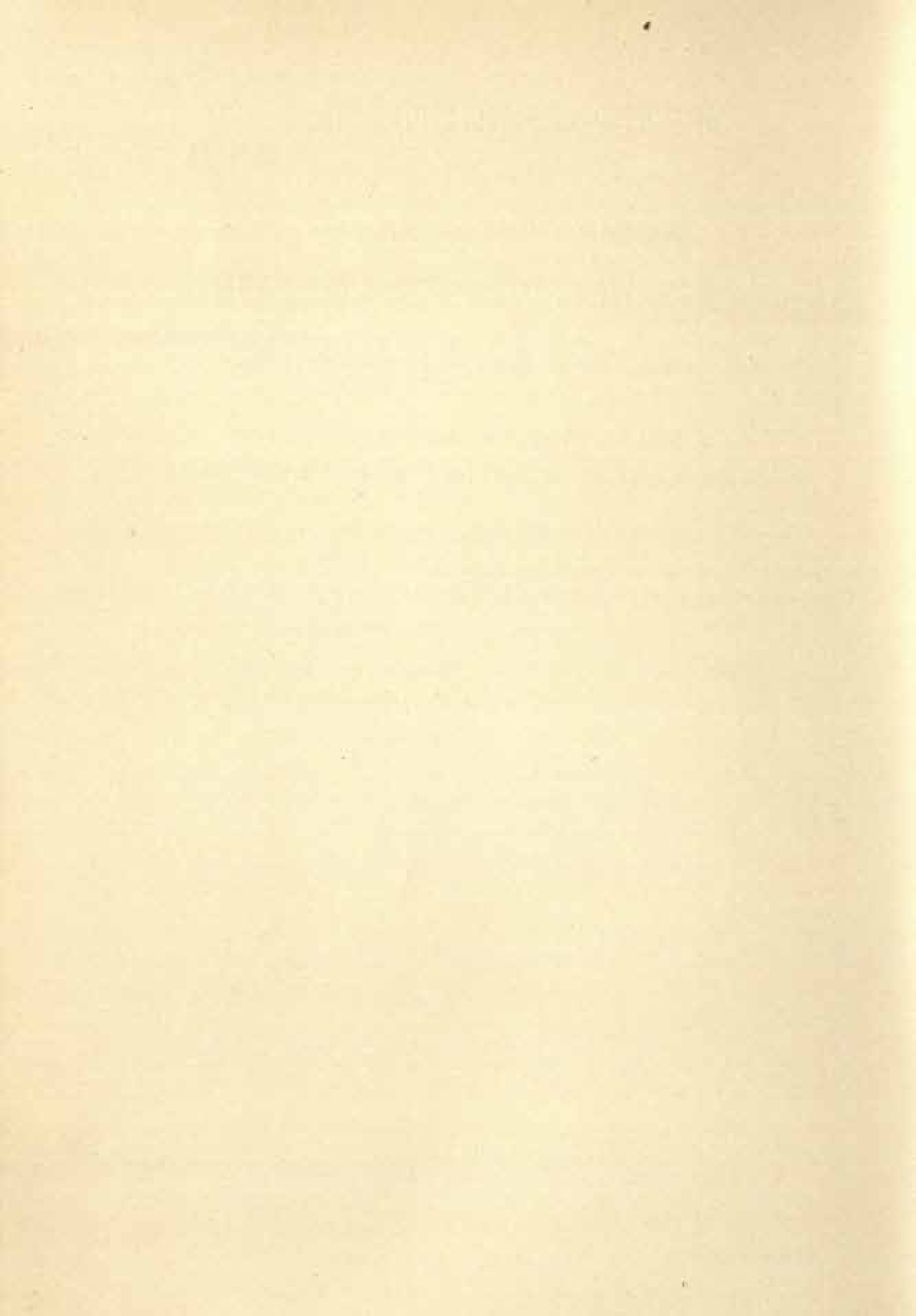
11. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Roethe.

*Hr. von Harnack las über »Vorstufen und Rivalen des Neuen Testaments«.

Es wurden in der Abhandlung die sieben Ansätze zu kanonischen Bildungen neben dem Alten Testament in der ältesten Kirche dargelegt, die teils Vorstufen, teils Rivalen des Neuen Testaments gewesen sind. Sodann wurde gezeigt, warum sie nicht ausreichten und — bis auf einen — teils im Neuen Testament untergegangen, teils von ihm verdrängt worden sind. Der eine, der sich ursprünglich in der »Apostolischen Herrnlehre« dargestellt hat, hat sich in den »Apostolischen Kirchenordnungen, Kanones, Konstitutionen« usw. neben dem »Apostolus« erhalten und sogar ein gewisses kanonisches Ansehen in den katholischen Kirchen bis heute behauptet.

Ausgegeben am 18. Juni.



1914.
XXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

11. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

*1. Hr. Schwarz las über eine auf die Leibnizschen Definitionen gegründete Theorie der geraden Linie.

2. Hr. Rubens sprach über gemeinsam mit Hrn. Schwarzschild angestellte Versuche zur Feststellung des Vorkommens von Wärmestrahlen großer Wellenlänge im Sonnenspektrum.

Die Untersuchung, welche mit Hilfe der Quarzlinsenmethode ausgeführt wurde, lieferte ein rein negatives Ergebnis. Es wurde festgestellt, daß in dem Spektralbereich zwischen 100 μ und 600 μ keine merkliche Strahlung von der Sonne zur Erde gelangt. Es ist anzunehmen, daß die Abwesenheit der langwelligen Strahlung im Sonnenspektrum in erster Linie auf die Absorption des Wasserdampfs der Erdatmosphäre zurückzuführen ist.

Sind im Sonnenspektrum Wärmestrahlen von großer Wellenlänge vorhanden?

Von H. Rubens und K. Schwarzschild.

Langleys berühmte Messungen im ultraroten Spektrum der Sonne und des Mondes enden bekanntlich bei einer Wellenlänge, welche zwischen 10 und 11 μ liegt[1]. Daß jenseits dieser Grenze keine merkliche Energie spektrobolometrisch nachgewiesen werden konnte, liegt, wie früher gezeigt worden ist, an der Absorption des in der Erdatmosphäre vorhandenen Wasserdampfs. Nach Messungen, welche der eine von uns vor 16 Jahren in Gemeinschaft mit E. Aschkinass ausgeführt hat[2], besitzt der Wasserdampf zwischen 9 und 11 μ ein Gebiet relativ hoher Durchlässigkeit. Aber jenseits 11 μ nimmt die Absorption dieses Gases mit wachsender Wellenlänge wieder rasch zu, und zwar derart, daß eine Wasserdampfschicht von 70 cm Länge und Atmosphärendruck, welche die Strahlung der Wellenlänge 11 μ kaum merklich schwächt, wenig mehr als ein Zehntel derjenigen der Wellenlänge 17.5 μ hindurchläßt. Dabei zeigt die Absorptionskurve eine Reihe stark hervortretender Maxima und Minima, welche von der Existenz einzelner Absorptionsstreifen Zeugnis ablegen. Solche Streifen wurden bei $\lambda = 11.6\mu$, 12.4μ, 13.4μ, 14.3μ und 15.7μ beobachtet. Auch in dem Spektralgebiet zwischen 18 und 20 μ, welches mit Hilfe eines Sylvinprismas noch untersucht werden kann, erwies sich die Wasserdampfabsorption als sehr bedeutend. Ebenso konnte für die Reststrahlen von Flußspat mit der mittleren Wellenlänge 24.4 μ in einer 40 cm dicken Dampfschicht eine Absorption von 69 Prozent festgestellt werden.

Nachdem es durch Untersuchung anderer Reststrahlengruppen gelungen war, im ultraroten Spektrum um einige Oktaven weiter vorzudringen, zeigte es sich, daß auch die langwelligen Reststrahlen von

---

[1] S. P. Langley, Phil. Mag. I. 26, S. 505, 1888; H. Rubens, Wied. Ann. 53, S. 267, 1894 und 54, S. 476, 1895.

[2] H. Rubens und E. Aschkinass, Wied. Ann. 64, S. 598, 1898.

Steinsalz, Sylvin, Bromkalium, Jodkalium, Chlorsilber, Bromsilber, Bleichlorid und Calomel, welche sich auf das Wellenlängenbereich zwischen 52 und 113 μ verteilen, bereits in einer Wasserdampfschicht von 40 cm Dicke auf einen geringen Bruchteil ihrer Anfangsintensität geschwächt werden[1]. Auch hier erwies sich die Absorption als wesentlich selektiv. Besonders starke Absorption wurde bei den Wellenlängen 50 μ, 58 μ, 66 μ und 79 μ beobachtet, relativ hohe Durchlässigkeit dagegen bei den Wellenlängen 47 μ, 54 μ, 62 μ, 75 μ und 91 μ. Aber auch an diesen Stellen besitzt die Wasserdampfabsorption noch so erhebliche Werte, daß die Strahlen in einer Dampfschicht von einigen Metern Länge vollkommen vernichtet werden. Es ist nach diesem Ergebnis sehr unwahrscheinlich, daß in der auf die Erdoberfläche gelangenden Sonnenstrahlung Wellenlängen des betrachteten Bereichs in merklicher Stärke vorhanden sind, und in der Tat haben Versuche, die Sonne als Lichtquelle zur Erzeugung langwelliger Reststrahlen zu benutzen, zu negativem Ergebnis geführt. Derartige Messungen wurden 1898 für Reststrahlen von Flußspat[2] und 1907 für Reststrahlen von Steinsalz[3] ausgeführt.

Wenn nun auch in einzelnen Spektralgebieten, wie z. B. in dem zwischen 32 und 45 μ gelegenen Teile des Spektrums, bisher keine Messung der Absorption des Wasserdampfs ausgeführt werden konnte, so darf es nach dem Vorausgehenden doch als sehr wahrscheinlich angenommen werden, daß die gesamte Sonnenstrahlung in dem Wellenlängenbereich zwischen 11 und 113 μ durch den Wasserdampf der Atmosphäre zurückgehalten wird. Es bleibt jedoch die Möglichkeit bestehen, daß für Wärmestrahlen von noch erheblich größerer Wellenlänge, welche noch der Messung zugänglich sind, die Atmosphäre wieder durchsichtig ist. Es ist dies schon deshalb nicht unwahrscheinlich, weil der Wasserdampf selbst in Schichten von mehreren Metern Dicke keine merkliche Absorption auf kurze Hertzsche Wellen ($\lambda = 1.75$ cm) ausübt, wie aus einer kürzlich erschienenen Arbeit des Hrn. F. Eckert[4] hervorgeht.

Zur Prüfung der Frage, ob ein merklicher Teil der Sonnenstrahlung des langwelligen Spektralbereichs zur Erdoberfläche gelangt, kann die Quarzlinsenmethode[5] zur Isolierung langwelliger Wärmestrahlen mit Vorteil verwendet werden. Mit Hilfe dieser Methode gelingt es, alle Strahlen

---

[1] H. Rubens und E. Aschkinass, Wied. Ann. 65, S. 241, 1898; H. Rubens und H. Hollnagel, diese Berichte S. 26, 1910 und H. Rubens, diese Berichte S. 513, 1913.

[2] H. Rubens und E. Aschkinass a. a. O.

[3] E. F. Nichols, Astrophysical Journal 26, S. 46, 1907.

[4] F. Eckert, Dissertation, Berlin 1913.

[5] H. Rubens und R. W. Wood, diese Berichte S. 1122, 1910.

einer Lichtquelle, welche jenseits einer gegebenen Grenze liegen, von den kurzwelligen Strahlen abzusondern und zu messen. Beträgt die Dicke der im Strahlengange befindlichen Quarzschicht etwa 2 cm, so werden alle Strahlen, deren Wellenlänge kleiner als 70 μ ist, durch Brechung und Absorption beseitigt. Die langwelligeren Wärmestrahlen dagegen werden, soweit dies bisher untersucht werden konnte, von der Quarzschicht um so besser hindurchgelassen, je größer ihre Wellenlänge ist. Bei einer Wellenlänge von etwa 300 μ beträgt die Absorption der genannten Quarzschicht nur noch wenige Prozente.

Von der Gesamtstrahlung, welche von dem Glühstrumpfe eines Auerbrenners oder von einem auf 500° C erhitzten schwarzen Körper ausgeht, wird durch die Quarzlinsenmethode unter den angegebenen Bedingungen eine Teilstrahlung isoliert, deren Energieverteilungskurve bei 70 μ beginnt, sehr steil ansteigt, bei etwa 100 μ ein Maximum besitzt und dann nach Seite der langen Wellen langsam abfällt. Die Energieverteilung dieser langwelligen Strahlung ist jedoch, wie aus den aufgenommenen Interferometerkurven geschlossen werden muß, eine sehr komplizierte, und zwar konnte gezeigt werden, daß die sich bemerkbar machenden Ausbuchtungen der Energiekurve hauptsächlich durch die selektive Absorption des Wasserdampfs der Zimmerluft hervorgerufen werden. Ferner wurde beobachtet, daß eine Wasserdampfschicht von 40 cm Dicke und Atmosphärendruck mehr als vier Fünftel der isolierten Strahlung absorbiert. Diese Absorption ist offenbar ebenso wie in den kurzwelligeren Spektralgebieten von ausgesprochen selektivem Charakter[1].

Wird statt des Auerstrumpfs bzw. schwarzen Körpers eine Quarzquecksilberlampe als Strahlungsquelle gewählt, so erhält man bei Anwendung der Quarzlinsenmethode bekanntlich eine langwellige Strahlung von ziemlich komplizierter Zusammensetzung[2]. Ein Teil derselben rührt von den Wänden des glühenden Quarzrohrs her. Dieser besitzt angenähert dieselbe Energieverteilung wie die vorher betrachtete langwellige Strahlung des Auerbrenners. Außerdem aber enthält der isolierte Strahlenkomplex eine Teilstrahlung, welche von dem leuchtenden Quecksilberdampf der Lampe ausgesandt wird und eine wesentlich größere mittlere Wellenlänge besitzt. Es wurde gezeigt, daß diese langwellige Quecksilberdampfstrahlung, welche durch Einschalten eines Stücks schwarzer Pappe ziemlich vollständig von der kurzwelligeren Quarzrohrstrahlung befreit werden kann, hauptsächlich aus zwei Strahlungskomplexen besteht, deren Maxima bei den Wellenlängen 218 μ und 343 μ liegen.

[1] Vgl. H. Rubens, diese Berichte a. a. O., S. 540.
[2] H. Rubens und O. von Baeyer, diese Berichte S. 339 und S. 666, 1911.

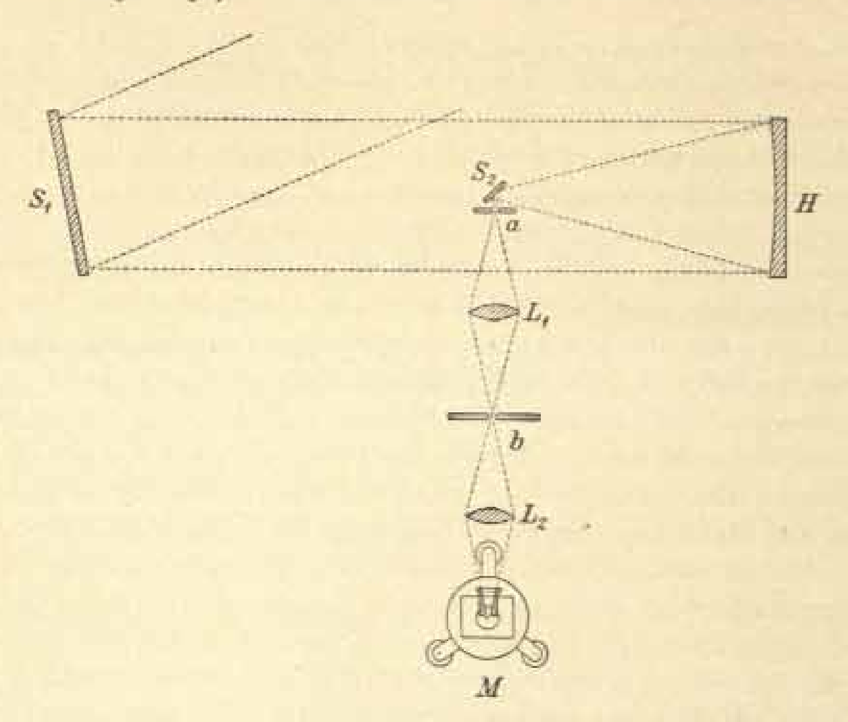
Auch die langwellige Quecksilberdampfstrahlung wird von dem Wasserdampf beträchtlich absorbiert, und zwar schwächt eine 40 cm dicke Dampfschicht jene Strahlung etwa auf die Hälfte. Es konnte jedoch gezeigt werden, daß diese Schwächung hauptsächlich in einer Verminderung der Energie des kurzwelligeren Streifens besteht, dessen Maximum bei 218 μ gelegen ist, während der langwelligere Streifen, welcher bei 343 μ ein Energiemaximum besitzt, erheblich weniger stark absorbiert wird[1]. Hiernach erschien die Annahme nicht unberechtigt, daß Strahlen von noch größerer Wellenlänge ($\lambda > 400\ \mu$) wieder imstande sein würden, die Erdatmosphäre zu durchdringen, ohne durch den Wasserdampfgehalt derselben bis zur Unmerklichkeit geschwächt zu werden. Zur Entscheidung dieser Frage haben wir in dem Astrophysikalischen Observatorium in Potsdam einige Versuche angestellt, über welche im folgenden kurz berichtet werden soll.

Wir verwendeten einen großen Heliostaten mit einem vorderseitig versilberten Spiegel S_1 von 40×50 cm. Die Silberschicht war mit Absicht nicht poliert worden und zeigte eine matte, milchig weiße Oberfläche, welche die kurzwelligen Wärmestrahlen nur sehr unvollkommen reflektierte, während ihr Reflexionsvermögen für die mit Hilfe der Quarzlinsenanordnung isolierte langwellige Strahlung eines Auerbrenners über 95 Prozent betrug. Hierdurch wurde erreicht, daß die in der Sonnenstrahlung etwa vorhandenen langwelligen Wärmestrahlen nahezu ungeschwächt in unseren Apparat gelangten, während die ungemein intensiven kurzwelligen Strahlen demselben nach Möglichkeit ferngehalten wurden. Nach Reflexion an dem Heliostatenspiegel wurden die Strahlen von einem vorderseitig versilberten Hohlspiegel H von 40 cm Durchmesser und 90 cm Brennweite aufgefangen und kurz vor ihrer Vereinigung nochmals von dem Planspiegel S_2 unter etwa 45° reflektiert, so daß sie auf dem Eintrittsdiaphragma a unserer Quarzlinsenanordnung ein Sonnenbild von etwa 8 mm Durchmesser lieferten. Der Strahlengang verlief nun weiter in der üblichen Weise. Die Quarzlinsen L_1 und L_2 sind mit den früher verwendeten identisch[2]; auch im übrigen ist die Versuchsanordnung von a ab mit der früher beschriebenen völlig übereinstimmend, nur betrug der Durchmesser des Diaphragmas a entsprechend der geringen Größe des Sonnenbildes bei diesen Versuchen nur 8 mm. Das Mikroradiometer M befand sich in einer luftdicht schließenden, mit Quarzfenster versehenen Hülle.

---

[1] H. Rubens und O. von Baeyer, diese Berichte S. 802, 1913.

[2] Die symmetrischen bikonvexen Quarzlinsen hatten 10 cm Durchmesser und 25 cm Brennweite für Lichtstrahlen; ihre Brennweite für lange Wellen berechnet sich hiernach zu etwa 12 cm. Der Abstand beider Linsen von den Diaphragmen a und b bzw. von dem Thermoelement des Mikroradiometers betrug je 24 cm.



Die temperaturempfindliche Lötstelle des Thermoelements war mit Natronwasserglas und Ruß geschwärzt.

Daß die Empfindlichkeit der uns zur Verfügung stehenden Meßinstrumente zum Nachweis des jenseits 400 μ gelegenen Teiles der Sonnenstrahlung ausreichen würde, wenn man die Sonne als schwarzen Körper betrachtet, läßt sich durch folgende Überschlagsrechnung leicht zeigen. Mit der von uns verwendeten Quarzlinsenanordnung läßt sich aus der Gesamtstrahlung eines schwarzen Körpers von 500° C eine Teilstrahlung der oben beschriebenen Art aussondern, welche einen Ausschlag unseres Mikroradiometers von 15 mm hervorbringt. Mehr als die Hälfte dieser Strahlungsenergie fällt in das Wellenlängenbereich zwischen 100 und 150 μ. — Auf das Spektralgebiet, welches bei viermal größeren Wellenlängen, nämlich zwischen den Grenzen $\lambda = 400\ \mu$ und $\lambda = 600\ \mu$ gelegen ist, würde nach der Planckschen Strahlungsformel[1] ein 64mal geringerer Energiebetrag entfallen. Berücksichtigt man jedoch, daß die im Strahlengange befindliche Quarzschicht die zwischen 100 und 150 μ vorhandene Strahlung durch Absorption etwa auf ein Drittel reduziert, während sie diejenige des durch 400 und 600 μ begrenzten Wellenlängenbereichs fast ungeschwächt hindurch-

[1] Im Gebiete langer Wellen geht die Plancksche Strahlungsformel in die Rayleighsche über, nach welcher die Intensität für ein gegebenes Wellenlängenintervall $d\lambda$ und für eine gegebene Temperatur T proportional $\frac{T}{\lambda^4}\,d\lambda$ ist.

läßt, so darf man sagen, daß angenähert 2 bis 3 Prozent der beobachteten Strahlungsintensität dem langwelligen Spektralgebiet zwischen 400 und 600 μ angehören. Dieser Energiemenge würde ein Ausschlag unseres Mikroradiometers von etwa 0.3 bis 0.4 mm entsprechen.

Verwenden wir nun die Sonne an Stelle des benutzten schwarzen Körpers von 500° C als Lichtquelle, so müssen wir, um einen quantitativen Vergleich der Strahlung zu ermöglichen, dafür sorgen, daß die Größe des erzeugten Sonnenbildes ausreicht, um das Eintrittsdiaphragma unserer Quarzlinsenanordnung vollständig zu bedecken, und daß ferner die Öffnung der Strahlenkegel genügend groß ist, um die Quarzlinsen vollkommen auszufüllen. Beiden Bedingungen ist in unserem Apparate genügt. Betrachten wir die Sonne als einen schwarzen Körper von 6000° C, d. h. von einer Temperatur, deren Differenz gegen die Zimmertemperatur zwölfmal größer ist als diejenige unseres Versuchskörpers, so haben wir dementsprechend an allen Stellen des langwelligen Spektrums, wenn keine Absorption in der Atmosphäre stattfindet, einen zwölfmal größeren Ausschlag zu erwarten, als wir ihn mit unserem Versuchskörper erhielten, also für das zwischen 400 und 600 liegende Spektralbereich etwa 4 mm. Da nun unser Mikroradiometer einen Ausschlag von 0.2 mm mit Sicherheit erkennen läßt, so würde also noch der zwanzigste Teil der auf jenes langwellige Bereich entfallenden Energiemenge mit unserer Versuchsordnung zweifellos nachzuweisen sein.

Die Versuche wurden an zwei klaren Märztagen zwischen 11 Uhr vormittags und 2 Uhr nachmittags ausgeführt. Das Ergebnis war ein rein negatives. Zwar erhielten wir, sobald das Sonnenbild auf das Diaphragma a unserer Quarzlinsenanordnung fiel, beim Aufziehen eines zwischen L_1 und b eingeschalteten Klappschirms kleine Ausschläge von 1.5 bis 1.7 mm, es ließ sich jedoch leicht zeigen, daß diese Ausschläge von diffuser kurzwelliger Strahlung herrührten; denn ihre Größe verminderte sich um weniger als 10 Prozent, wenn eine 1 cm dicke Steinsalzplatte in den Strahlengang eingeschaltet wurde, dagegen verschwanden die Ausschläge vollkommen, wenn das Diaphragma b durch ein Blatt schwarzen Papiers bedeckt wurde. Während der Versuche wurde die Empfindlichkeit der Anordnung wiederholt dadurch geprüft, daß die Sonnenstrahlung abgeblendet und ein Auerbrenner vor dem Diaphragma a angebracht wurde. Man erhielt dann einen Ausschlag von 20 mm, welcher nur von langwelliger Strahlung herrührte.

Nach dem Vorausgehenden müssen wir entweder annehmen, daß die von der Sonne emittierte Strahlung des zwischen 80 und 600 μ gelegenen Spektralgebiets von der Erdatmosphäre nahezu vollständig absorbiert wird oder daß die Sonne diese langwellige Strahlung nicht

in einem mit unseren Instrumenten meßbaren Betrage aussendet. Im letzteren Falle müßte, wie wir gesehen haben, die Energieverteilung der von der Sonne ausgesandten Strahlung von derjenigen eines schwarzen Körpers sehr stark abweichen, was nicht wahrscheinlich ist.

Beschränken wir uns auf die erstgenannte Annahme der atmosphärischen Absorption, so wird man weiterhin mit großer Wahrscheinlichkeit den Wasserdampf als den absorbierenden Bestandteil der Atmosphäre zu betrachten haben, obwohl es nicht völlig ausgeschlossen erscheint, daß in dem äußersten, bisher noch unerforschten Ultrarot auch andere Gase, wie z. B. Kohlensäure, merkliche Absorption besitzen[1].

[1] Frl. Eva von Bahr schließt aus ihren Messungen im kurzwelligen ultraroten Spektrum auf Grund der Bjerrumschen Theorie (Nernst-Festschrift 1912, S. 90), daß die Absorption des Wasserdampfs jenseits 400 μ abnehmen, dagegen diejenige der Kohlensäure in der Nähe von 1100 μ ein Maximum erreichen müsse (Verh. d. Dt. Phys. Ges. S. 710 und 731, 1913).

Ausgegeben am 18. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1914.

XXV.

18. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Beckmann las über »Verfahren zur Prüfung der Luft auf Gehalt an brennbaren Stoffen«. (Ersch. später.)

Zunächst wurde Wesen, Entstehung und Vorkommen von Schlagwettern erörtert und als eine besondere Gefahr der Entzündung die Sicherheitslampe besprochen. Nach einem Überblick über die zur Verfügung stehenden Nachweismethoden kamen Apparate zur Vorführung, mit welchen ohne Explosionsgefahr für die Umgebung die brennbaren Gase (Methan, Leuchtgas, Wasserstoff) verbrannt und in einfacher, schneller Weise ermittelt werden konnten.

2. Die Akademie genehmigte die Aufnahme zweier in der Sitzung der philosophisch-historischen Classe vom 11. Juni vorgelegten Arbeiten in die Abhandlungen des Jahres 1914:

a) Mitteilung des Hrn. Dr. Hermann Grapow in Berlin: »über die Wortbildungen mit einem Präfix *m*- im Ägyptischen«, vorgelegt von Hrn. Erman;

Die bisher nur in einzelnen Beispielen nachgewiesenen derartigen Bildungen sind bei der Bearbeitung des ägyptischen Wörterbuches in größerer Zahl zutage getreten. In der Hauptsache sind es Wörter, die einen Ort oder ein Werkzeug bezeichnen sowie alte aktivische und passivische Partizipien; von ihnen aus haben sich dann auch einzelne neue Verben entwickelt. Ohne Zweifel handelt es sich dabei um mehrere verschiedene Bildungen, wie sie ganz ähnlich in den semitischen Sprachen vorliegen, doch erlaubt die vokallose Hieroglyphenschrift keine nähere Einsicht.

b) Abhandlung des Hrn. Dr. Franz Kuhn in Berlin: »das Dschong lun des Tsui Schih. Eine konfuzianische Rechtfertigung der Diktatur aus der Han-Zeit (2. Jahrh. n. Chr.)«, vorgelegt von Hrn. de Groot.

Diese Abhandlung bezweckt, die Möglichkeit und Rechtmäßigkeit der Diktatur in China vom chinesischen Standpunkte aus zu erklären. Sie geht von einer berühmten Abhandlung der Mitte des 2. Jahrhunderts aus, die immer in China eine hohe Stelle eingenommen hat und vom hervorragenden konfuzianischen Staatsmann Tsui Schih geschrieben wurde. Sie führt den Titel Dschong-lun, d. h. »Abhandlung über die Staatsregierung«, und wird uns von Dr. Kuhn im ganzen übersetzt und erklärt. Das Dschong-lun steht auf durchaus konfuzianischem Boden und spiegelt einen Teil der maßgebenden chinesischen Staatslehre wieder. Die angebotene Schrift beansprucht gerade im gegen-

wärtigen Zeitpunkte aktuelles Interesse, weil sie die bisher unbekannte Tatsache erweist, daß die Regierungsform der Diktatur, die jetzt in China besteht, durch die konfuzianische Lehre vollkommen gerechtfertigt ist. Das Dschong-lun macht also die heutige Stellung Yuën Schi-kais vom chinesischen Standpunkte aus erklärlich.

3. Das correspondirende Mitglied Hr. Oskar Brefeld in Berlin-Lichterfelde hat am 1. Juni das fünfzigjährige Doctorjubiläum gefeiert; aus diesem Anlass hat ihm die Akademie eine Adresse gewidmet, deren Wortlaut unten folgt.

4. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen hat die Akademie durch ihre physikalisch-mathematische Classe bewilligt: Hrn. Engler zur Fortführung des Werkes »Das Pflanzenreich« 2300 Mark; Hrn. F. E. Schulze zur Fortführung des Unternehmens »Das Tierreich« 4000 Mark und zur Fortführung der Arbeiten für den Nomenclator animalium generum et subgenerum 5000 Mark; für eine im Verein mit anderen deutschen Akademien geplante Fortsetzung des Poggendorff'schen biographisch-literarischen Lexikons als dritte von vier Jahresraten 800 Mark; Hrn. Beckmann zu photochemischen Untersuchungen mit Röntgenstrahlen 2000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Kurt Gagel in Berlin zu einer Reise nach den Kanarischen Inseln behufs Untersuchung der Lagerungsverhältnisse der Tiefengesteine 2000 Mark; Hrn. Dr. Paul Hanitzsch in Leipzig zu Forschungen über die Siphonophoren 500 Mark; Hrn. Dr. Ernst J. Lesser in Mannheim zu Arbeiten über das Verhalten des diastatischen Fermentes und des Glykogens 1300 Mark; Hrn. Dr. Wilhelm von Möllendorff in Greifswald zu Untersuchungen über den Transport von Farbstoffen im Säugethierorganismus 500 Mark; Hrn. Dr. F. E. Rühe in Berlin zur Ausführung von Planktonforschungen in Süd- und Mittelschweden 600 Mark; Hrn. Prof. Dr. Otto Ruff in Danzig zu Untersuchungen über das Ruthenium 1000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Nathan Zuntz in Berlin zu Untersuchungen über die Einwirkung der Höhenluft auf die Lebensvorgänge 2500 Mark.

Das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Barclay Vincent Head in London ist am 12. Juni verstorben.

Adresse an Hrn. Oskar Brefeld zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 1. Juni 1914.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum bringt Ihnen die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften ihre herzlichen Glückwünsche dar.

Seit der Zeit, als ein verdienstvolles Mitglied unserer Akademie, Heinrich Friedrich Link, als Erster den zelligen Aufbau der Pilzfäden erkannte und damit die pflanzliche Natur der Pilze endgültig feststellte, haben zahlreiche Forscher ihre ganze Arbeitskraft der Untersuchung dieser Organismen gewidmet, deren Entwickelungsgeschichte, Ernährungs- und Fortpflanzungsweise für die Auffassung der ganzen Pflanzenwelt von größter Bedeutung geworden ist. Mit unermüdlichem Eifer sind auch Sie seit Ihrer Studienzeit, in der Sie das Glück hatten, so hervorragende Forscher wie de Bary, Sachs und Nägeli zu Ihren Lehrern zu zählen, erfolgreich bemüht gewesen, die Mykologie mit neuen Tatsachen und Methoden, mit neuen Theorien und Hypothesen zu bereichern. Die Entwickelungsgeschichte der Pilze ist seit Micheli, der als Erster vor bald 200 Jahren die Sporen zahlreicher Pilze sammelte, aussäte und die Myzelien bis zur Bildung von Fruchtkörpern brachte, immer wieder emsig verfolgt worden, allein erst Ihnen ist es gelungen, durch Ihre auf langwierigen und mühevollen Versuchen basierenden Kulturmethoden die Entwicklung der Pilze in geeigneten Nährlösungen von der Spore bis zur Fruchtbildung lückenlos zu verfolgen. So ist es Ihnen geglückt, entwickelungsgeschichtliche und morphologische Zusammenhänge aufzudecken, die für das Verständnis der systematischen Stellung verschiedener Abteilungen und Familien der Pilze höchst wichtig geworden sind.

Mit weitem Blick und künstlerischer Gestaltungskraft haben Sie dann auf Grund Ihrer Entdeckungen ein neues System der Pilze aufzustellen versucht, das durch seine Klarheit und Übersichtlichkeit, durch die überraschende Symmetrie seines Aufbaues gerechte Bewunderung erregte. Sie werden sich später selbst am wenigsten darüber gewundert haben, als durch neue Untersuchungen festgestellt

wurde, daß auch im Bereich der Pilze die Natur zu sehr die mannigfachsten und unerwartetsten Komplikationen liebt, als daß die Aufstellung eines natürlichen Systems in allen Punkten schon jetzt ein erreichbares Ziel sein könnte.

Mögen Sie in dem Bewußtsein, die Mykologie in den Zeiten ihrer lebhaftesten Entwickelung mächtig gefördert zu haben, noch lange sich eines ruhigen, heiteren Lebensabends erfreuen.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 2. Juli.

1914.

XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

25. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Fischer las über eine in Gemeinschaft mit Hrn. Fritz Brauns ausgeführte Untersuchung: »Verwandlung der d-Isopropyl-malonaminsäure in den optischen Antipoden durch Vertauschung von Carboxyl und Säureamidgruppe.«

Es wird gezeigt, daß sich am asymmetrischen Kohlenstoffatom ohne Substitution zwei Gruppen vertauschen lassen und daß dadurch entsprechend den Postulaten der Theorie eine Umkehrung der optischen Drehung eintritt.

*2. Hr. Fischer machte ferner Mitteilung über die Synthese von Phosphorsäureestern des Methylglucosids und des Theophyllin-glucosids.

Im ersten Fall wurde eine Mono- und eine Diphosphorsäure, im zweiten nur eine Monophosphorsäure dargestellt. Die Theophyllinglucosid-Phosphorsäure ist das erste synthetische Produkt aus der Klasse der Nukleotide, und seine Gewinnung kann deshalb als der Anfang der Synthese von Nukleinsäuren gelten.

3. Hr. Struve legte eine Arbeit des Hrn. Prof. Dr. Theodor Vahlen in Greifswald vor: Über den Lambertschen Satz und die Planetenbahnbestimmung aus drei Beobachtungen. (Ersch. später.)

Es wird eine einfache Herleitung des Lambertschen Satzes über die geozentrische Krümmung der Planetenbahnen gegeben und seine Beziehung zum Problem der Bahnbestimmung dargelegt.

Verwandlung der d-Isopropyl-malonaminsäure in den optischen Antipoden durch Vertauschung von Karboxyl und Säureamidgruppe.

Von Emil Fischer und Fritz Brauns.

Bei der Vertauschung zweier Substituenten am asymmetrischen Kohlenstoffatom muß nach der Theorie eine Umkehrung des optischen Drehungsvermögens erfolgen. Wir haben früher[1] versucht, diese Folgerung zu prüfen bei der optisch aktiven Äthylisopropyl-malonaminsäure, die in den Methylester und dann durch salpetrige Säure in den aktiven Äthylisopropyl-malonsäure-monomethylester verwandelt wurde. Leider mißlang die Rückverwandlung dieses Esters in die Malonaminsäure, weil Ammoniak bei gewöhnlicher Temperatur nicht amidiert und bei höherer Temperatur komplizierte Vorgänge stattfinden. Wir haben aber jetzt das Ziel auf etwas anderem Wege erreicht bei der Isopropyl-malonaminsäure (Formel I), die aus dem Isopropylcyanessigester durch Verseifung mit starker Schwefelsäure gewonnen und durch das Chininsalz in die optisch aktive Form übergeführt wurde.

I.

$$\begin{array}{ccc} C_3H_7 & & CONH_2 \\ & C & \\ H & & COOH \end{array}$$

d-Isopropyl-malonaminsäure.

II.

$$\begin{array}{ccc} C_3H_7 & & CONH_2 \\ & C & \\ H & & COOCH_3 \end{array}$$

d-Isopropyl-malonaminsäure-methylester.

Die Säure läßt sich durch Diazomethan leicht in den Methylester (II) und dieser durch salpetrige Säure in den optisch aktiven Monomethylester der Isopropyl-malonsäure (III) verwandeln.

III.

$$\begin{array}{ccc} C_3H_7 & & COOH \\ & C & \\ H & & COOCH_3 \end{array}$$

l-Isopropyl-malonmethylestersäure.

IV.

$$\begin{array}{ccc} C_3H_7 & & COOH \\ & C & \\ H & & CO\,.\,N_2H_3 \end{array}$$

l-Isopropyl-malonhydrazidsäure.

Im Gegensatz zu Ammoniak wirkt nun Hydrazin schon bei gewöhnlicher Temperatur auf den Monomethylester ein und erzeugt das optisch

---

[1] Liebigs Annalen der Chemie **402**, 364 (1914).

aktive Monohydrazid der Isopropyl-malonsäure (Formel IV). Daraus entsteht durch salpetrige Säure recht glatt die entsprechende Azidverbindung (Formel V) und sie

V.

$$\begin{matrix} C_3H_7 \\ H \end{matrix} > C < \begin{matrix} COOH \\ CO.N_3 \end{matrix}$$

l-Isopropyl-malonazidsäure.

VI.

$$\begin{matrix} C_3H_7 \\ H \end{matrix} > C < \begin{matrix} COOH \\ CO.NH_2 \end{matrix}$$

l-Isopropyl-malonaminsäure.

reagiert mit Ammoniak außerordentlich leicht unter Rückbildung von aktiver Isopropyl-malonaminsäure. Diese hat sich nun in der Tat als der optische Antipode der ursprünglich angewandten Säure erwiesen.

Das Resultat kann als eine neue, nicht unwichtige Bestätigung der Theorie des asymmetrischen Kohlenstoffatoms gelten. Zugleich ist damit ein prinzipiell neuer Weg gegeben, eine optisch aktive Substanz ohne den Umweg über die Razemverbindung in den Antipoden zu verwandeln. Allerdings wird man das Verfahren wegen seiner Umständlichkeit in der Praxis wohl niemals für diesen Zweck benutzen.

Alle oben erwähnten Umwandlungen wurden zunächst in der Razemreihe studiert, um an diesem billigeren Material die experimentellen Bedingungen festzustellen. Die einzige Operation, die einige Schwierigkeiten machte, war die Verwandlung des Isopropyl-malonamin-methylesters in die Isopropyl-malon-methylestersäure. Wir haben es zweckmäßig gefunden, die Operation in ätherischer Lösung mit sogenannter gasförmiger salpetriger Säure bei Gegenwart von Amylnitrit auszuführen. Bei der Behandlung der aktiven Körper ist Vorsicht geboten, weil sie Neigung zur Razemisierung haben; besonders gilt das von der aktiven Isopropyl-malonaminsäure, die sowohl beim längeren Kochen mit Wasser, als auch durch überschüssiges Alkali bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich leicht razemisiert wird. Wir haben von dieser Eigenschaft Nutzen gezogen bei der Darstellung der aktiven Säure aus dem Razemkörper und dadurch erheblich mehr als die Hälfte an d-Verbindung gewonnen.

dl-Isopropyl-malonaminsäure.

$(C_3H_7).CH.(CONH_2).COOH$

Als Ausgangsmaterial zur Gewinnung der Säure dient der nach E. Fischer und E. Flatau[1] hergestellte Isopropyl-cyanessigester. 70 g werden mit 350 ccm konzentrierter Schwefelsäure 20 Stunden auf dem

[1] Berichte d. d. chem. Gesell. **42**. 2983 (1909).

Wasserbade erhitzt. Nach dem Erkalten gießt man das nur schwach gelbbraun gefärbte Gemisch auf etwa 1500 g Eis, wobei klare Lösung eintritt. Nach kurzer Zeit beginnt die Kristallisation feiner Nadeln, die durch 2 stündiges Einstellen in Eiskochsalzmischung begünstigt wird. Nach dem Absaugen und Trocknen beträgt die Ausbeute an Rohprodukt etwa 70 g. Zur Reinigung wird es in Kaliumbicarbonatlösung gelöst und mit Äther ausgeschüttelt, um etwas unveränderten Ester und Amidester zu entfernen. Beim Ansäuern fällt die Säure wieder aus. Sie wird aus der 2½fachen Menge Wasser unter Zusatz von Tierkohle umkristallisiert, und scheidet sich dabei in briefkuvertähnlichen Formen aus. Ausbeute: 50 g oder 76 Prozent der Theorie. Zur Analyse wurde nochmals aus der 5 fachen Menge heißen Wassers umkristallisiert, und die feingepulverte Substanz im Vakuumexsikkator über Phosphorpentoxyd getrocknet.

0.1504 g gaben 12.6 ccm Stickgas (17° 751 mm)
0.1232 g » 0.2246 g CO_2 und 0.0832 g H_2O

$C_6H_{11}O_3N$ (145.1) Ber. C 49.62, H 7.64, N 9.66
Gef. C 49.72, H 7.56, N 9.63

Die Isopropyl-malonaminsäure schmilzt bei 158° (korr.) unter Zusetzung. Sie ist in kaltem Wasser ziemlich schwer löslich, leicht in heißem. In Alkohol ist sie auch in der Wärme ziemlich schwer löslich, ebenso in Äther, Aceton, Essigäther und Chloroform. In Petroläther fast unlöslich. In Alkali, Ammoniak und Alkalibikarbonat löst sie sich leicht. Die wässerige Lösung des Ammoniumsalzes gibt mit Chlorcalcium erst nach einigem Kochen einen kristallinischen Niederschlag, ebenso wird durch Silbernitrat beim Erwärmen das Silbersalz kristallinisch gefällt. Mit Bleiacetat gibt die wässerige Lösung der Säure eine kristallinische Fällung, die aus viel heißem Wasser in Prismen kristallisiert.

dl-Isopropyl-malonamin-methylester.

$(C_3H_7) . CH . (CONH_2) . COOCH_3$

15 g Isopropyl-malonaminsäure werden fein gepulvert, mit 500 g Methylacetat übergossen und unter Abkühlung in Eiskochsalzmischung eine ätherische Lösung von Diazomethan (aus 20 ccm Nitrosomethylurethan) zugegeben. Unter Stickstoffentwicklung erfolgt bald völlige Lösung. Die gelbe Flüssigkeit wird nun im Vakuum bei gewöhnlicher Temperatur verdampft und der weiße Rückstand aus 75 ccm Aceton umkristallisiert. Die Lösung erstarrt beim Abkühlen in Eiskochsalz-

mischung zu einem dicken Brei feiner Nadeln. Ausbeute: 13 g. Die eingeengte Mutterlauge gab noch 1.8 g.

0.1613 g Subst. (bei 15 mm und 56° über Phosphorpentoxyd getrocknet) gaben 0.3121 g CO_2 und 0.1200 g H_2O
0.1345 g gaben 10.1 ccm Stickgas bei 19° und 765 mm Druck

$C_7H_{13}O_3N$ (159.11) Ber. C 52.79, H 8.24, N 8.81
Gef. C 52.77, H 8.33, N 8.72

Der Ester sintert bei 118° und schmilzt bei 121° (korr.). Er ist in Wasser leicht löslich, ebenso in Essigsäure-methylester und warmem Aceton, sukzessive schwerer in Alkohol, Äther, Chloroform und Petroläther.

dl-Isopropyl-malon-methylestersäure.

$(C_3H_7).CH.(COOCH_3).COOH$

10 g Isopropyl-malonamin-methylester werden mit 75 ccm Äther und 5 ccm Wasser übergossen und unter Kühlung mit Eiswasser gasförmige salpetrige Säure eingeleitet, bis die Flüssigkeit grünblau ist. Das Einleiten ist mehrmals zu wiederholen, bis nach etwa 5 Stunden der Ester unter langsamer Stickstoffentwicklung gelöst ist. Nach weiterem 14stündigem Stehen wird der Äther unter vermindertem Druck verdampft, wobei ein Öl zurückbleibt. Dieses wird mit einer Lösung von Kaliumbicarbonat aufgenommen, durch Ausäthern von indifferenten Stoffen befreit, dann in verdünnte Schwefelsäure, der zur Zerstörung der noch vorhandenen salpetrigen Säure Harnstoff zugesetzt ist, eingegossen und die ausgeschiedene Estersäure ausgeäthert. Da sie noch etwas Amidester enthielt, so wurde der ganze Reinigungsprozeß mit Bicarbonat usw. nochmals wiederholt. Schließlich blieb beim Verdampfen des mit Natriumsulfat getrockneten Äthers die Estersäure als farbloses Öl, das im Hochvakuum destilliert wurde. Es ging unter 0.3 mm Druck bei einer Badtemperatur von 95—100° als zähe, farblose Flüssigkeit über. Ausbeute: 6.5 g.

0.1236 g gaben 0.2380 g CO_2 und 0.0840 g H_2O

$C_7H_{12}O_4$ (160.1) Ber. C 52.47, H 7.56
Gef. C 52.52, H 7.61

d_4 = 1.1055. Die Estersäure schmeckt und reagiert sauer. Sie ist in Wasser ziemlich leicht löslich, ebenso in Alkohol, Äther und Aceton. Auch in Alkali und Bicarbonat löst sie sich leicht. Die Lösung des Ammoniumsalzes gibt weder mit Calciumchlorid noch mit Silbernitrat schwerlösliche Salze.

dl-Isopropyl-malon-hydrazidsäure.

$(C_3H_7).CH.(CO.NH.NH_2).COOH$

4.5 g Isopropyl-malon-methylestersäure werden unter Kühlung durch Eiskochsalzmischung mit 3 g wasserfreiem Hydrazin übergossen, dann auf etwa 2° erwärmt und durchgeschüttelt, wobei klare Lösung eintritt. Nachdem das Gemisch 24 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur gestanden hat, wird das überschüssige Hydrazin unter vermindertem Druck bei Zimmertemperatur abdestilliert, wobei der Rückstand zu büschelförmig angeordneten Nadeln erstarrt. Dann wird mit 30 ccm Wasser verdünnt, mit Essigsäure schwach angesäuert, die Lösung auf etwa 80° erwärmt und mit Bleiacetat versetzt. Dadurch wird das Bleisalz der Hydrazidsäure in glänzenden Blättchen gefällt. Nach dem Abkühlen auf 0° wird abgesaugt und mit kaltem Wasser gewaschen. Ausbeute: 7.2 g. Zur Gewinnung der freien Säure wurden 7 g des Bleisalzes fein gepulvert, in 50 ccm Wasser suspendiert, auf 80° erwärmt und Schwefelwasserstoff eingeleitet. Aus der heiß filtrierten und unter vermindertem Druck eingeengten Flüssigkeit fiel die Hydrazidsäure kristallinisch aus und wurde durch Umlösen aus etwa 25 ccm heißem Wasser in glänzenden Blättchen erhalten. Ausbeute: 4 g.

0.1370 g ($\frac{3}{4}$ Stunden bei 15 mm und 78° über P_2O_5 getrocknet) gaben 0.2250 g CO_2, 0.0920 g H_2O
0.1022 g gaben 15.2 ccm Stickgas (17°, 762 mm)

$C_6H_{12}O_3N_2$ (160.12) Ber. C 44.97, H 7.56, N 17.50
Gef. C 44.79, H 7.52, N 17.34

Die Isopropyl-malon-hydrazidsäure schmilzt bei 172° (korr.) unter Gasentwicklung. Sie ist in kaltem Wasser schwer, in heißem leicht löslich und kristallisiert daraus beim Erkalten in glänzenden Täfelchen. In Äther, Alkohol, Essigäther und Benzol löst sie sich sehr schwer, in Petroläther fast unlöslich. Die ammoniakalische Lösung gibt mit Chlorcalcium beim Kochen einen kristallinischen Niederschlag. Silbernitrat gibt keinen Niederschlag, dagegen tritt allmählich Reduktion ein, die in der Hitze sofort unter Spiegelbildung erfolgt.

Umwandlung der dl-Isopropyl-malonhydrazidsäure in die Azid- und Amidsäure.

$$\begin{matrix} C_3H_7 \\ H \end{matrix} > C < \begin{matrix} COOH \\ CO.NH.NH_2 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} C_3H_7 \\ H \end{matrix} > C < \begin{matrix} COOH \\ CO.N_3 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} C_3H_7 \\ H \end{matrix} > C < \begin{matrix} COOH \\ CO.NH_2 \end{matrix}$$

1 g Isopropyl-malon-hydrazidsäure wird fein gepulvert, in einem Scheidetrichter in 15 ccm Wasser suspendiert und auf 0° abgekühlt. Hierzu gibt man 0.5 g Natriumnitrit und schüttelt etwa 10 Minuten, bis vollkommene Lösung eingetreten ist. Dann wird mit 2 ccm 5n-Schwefelsäure angesäuert und das ausfallende Öl sofort ausgeäthert. In die ätherische Lösung leitet man unter Eiskühlung gasförmiges Ammoniak im Überschuß. Der Äther wird nun entweder von den abgeschiedenen Kristallen abgegossen oder bei gewöhnlichem Druck verdampft. Der zurückbleibende Kristallbrei wird in wenig Wasser gelöst und mit Salzsäure angesäuert, wobei Stickstoffwasserstoffsäure entwickelt wird, und die Isopropyl-malonaminsäure sich kristallinisch abscheidet. Sie wird aus 5 ccm heißem Wasser umkristallisiert. Ausbeute: 0.6 g oder 66 Prozent der Theorie. Zur Analyse wurde die feingepulverte Substanz über Nacht im Vakuumexsikkator über Phosphorpentoxyd getrocknet.

0.1303 g gaben 0.2367 g CO_2 und 0.0884 g H_2O

$C_6H_{11}O_3N$ (145.1) Ber. C 49.62, H 7.64
Gef. C 49.54, H 7.59

Die Säure besitzt die gleichen Eigenschaften wie das Ausgangsmaterial; eine Mischprobe zeigte keine Depression des Schmelzpunkts (158° korr.).

Darstellung der rechtsdrehenden Isopropyl-malonaminsäure.

Für die Spaltung der Razemverbindung diente das Chininsalz. Dabei ist es zweckmäßig, sich erst im kleinen Kristalle eines möglichst reinen Salzes der d-Säure zu verschaffen, indem man 2 g Razemverbindung mit 5.22 g Chinin in 40 ccm heißem Wasser löst und die in der Kälte ausgeschiedenen Kristalle 3 bis 4 mal aus heißem Wasser umlöst. Für die große Operation werden 134 g dl-Verbindung mit 350 g wasserhaltigem Chinin in 2750 ccm heißem Wasser gelöst, dann etwas abgekühlt und Impfkristalle eingetragen. Bald beginnt die Kristallisation, und wenn man schließlich über Nacht im Eisschrank stehen läßt, so ist die Flüssigkeit von einem dicken Brei feiner, meist kugelförmig angeordneter Nadeln erfüllt. Ausbeute 180 g (Theorie 216.7 g). Die Mutterlauge enthält das Salz der l-Säure, auf deren Isolierung wir verzichtet haben. Man kann sie aber zur Gewinnung von neuen Mengen der d-Verbindung benutzen. Schon beim wochenlangen Stehen der Mutterlauge erfolgt wieder neue Kristallisation des Chininsalzes der d-Säure, die offenbar allmählich unter diesen Bedingungen ent-

steht. Rascher geht es beim längeren Kochen der Flüssigkeit. Endlich haben wir die Umwandlung durch Alkali benutzt, um aus der Mutterlauge Razemkörper zurückzugewinnen. Zu dem Zweck wurde die Mutterlauge mit 10 n-Natronlauge versetzt, bis alles Chinin gefällt war, dann abgesaugt, nochmals die gleiche Menge Natronlauge zugefügt und drei Tage bei gewöhnlicher Temperatur aufbewahrt. Dann wurde die Flüssigkeit mit Salzsäure schwach angesäuert, unter vermindertem Druck stark eingeengt und ein Überschuß von Salzsäure zugefügt, worauf die razemische Isopropyl-malonaminsäure rasch kristallisierte. Abgesehen von unvermeidlichen Verlusten ist die Ausbeute an diesem regenerierten Produkt sehr befriedigend.

Um aus dem oben erwähnten kristallisierten Chininsalz die freie d-Isopropyl-malonaminsäure zu bereiten, ist einige Vorsicht geboten. 20 g Salz werden mit 200 ccm Chloroform und 300 ccm Wasser übergossen, das Gemisch auf 0° abgekühlt, nun mit 85 ccm $\frac{n}{2}$ Natronlauge versetzt und kräftig durchgeschüttelt, wobei das in Freiheit gesetzte Chinin von dem Chloroform gelöst wird. Die wässerige Schicht wird sofort von dem Chloroform getrennt, nochmals mit 50 ccm Chloroform durchgeschüttelt, wieder getrennt, das suspendierte Chloroform durch Ausschütteln mit Äther entfernt und nach Abheben des Äthers sofort mit 45 ccm n-Salzsäure versetzt. Alle diese Operationen sollen rasch und bei niederer Temperatur vonstatten gehen, um möglichst jede Razemisierung der aktiven Säure durch das Alkali zu vermeiden. Schließlich wird die saure Flüssigkeit bei etwa 10—15 mm Druck stark eingeengt. Dabei scheidet sich die aktive Säure in dünnen, farblosen Prismen ab. Ausbeute etwa 28 Prozent vom angewandten Chininsalz. Zur Analyse wurden 2 g aus 15 ccm heißem Wasser rasch umkristallisiert und im Vakuumexsikkator über Phosphorpentoxyd getrocknet.

0.1687 g gaben 0.3062 g CO_2 und 0.1161 g H_2O
0.1529 g " 13.1 ccm Stickgas (22.5° 757 mm)

$C_6H_{11}O_3N$ (145.1) Ber. C 49.62, H 7.64, N 9.66
Gef. C 49.50, H 7.70, N 9.69

Die Säure schmilzt ebenso wie die Razemverbindung bei 158° (korr.) unter Zersetzung, sie ist in Wasser etwas schwerer löslich und zeigt auch andere Kristallform, d. h. Prismen; dagegen ist sie sonst dem Razemkörper sehr ähnlich. Sie dreht sowohl in Wasser als auch in Alkohol nach rechts. Genauer bestimmt wurde die Drehung in alkoholischer Lösung, wobei sich ergab, daß dieselbe von der Konzentration abhängig ist.

0.1195 g Subst. Gesamtgewicht der Lösung 2.7752 g. Mithin Prozentgehalt 4.31 · d_4^{18} = 0.8112. Drehung im Eindezimeterrohr bei 18° und Natriumlicht 1.74° nach rechts.

Mithin $[\alpha]_D^{18} = +49.81°$.

0.1178 g Subst. Gesamtgewicht der Lösung 2.8779 g. Mithin Prozentgehalt 4.09 · d_4^{18} = 0.8111. Drehung im Eindezimeterrohr bei 18° und Natriumlicht 1.64° nach rechts.

Mithin $[\alpha]_D^{18} = +49.40°$.

0.7961 g der vorhergehenden Lösung, enthaltend 0.0326 g Säure, wurden auf das Gesamtgewicht 1.6171 g verdünnt. Mithin Prozentgehalt 2.02 · d_4^{18} = 0.8064. Drehung im Eindezimeterrohr bei 18° und Natriumlicht 0.76° nach rechts.

Mithin $[\alpha]_D^{18} = +46.52°$.

Obige Bestimmungen sind mit unserem reinsten Präparat ausgeführt. Ob sie wirklich das Maximum der Drehung geben, ist wegen der großen Neigung der Säure zu teilweiser Razemisierung schwer zu sagen. Wir haben auch eine Drehung bestimmt für die Lösung der Säure in der für 1 Mol. berechneten Menge Natronlauge.

0.2315 g Subst. in 1.669 g n-Natronlauge gelöst. Gesamtgewicht 1.9007 g · d_4^{18} = 1.04. Drehung im Eindezimeterrohr bei 18° und Natriumlicht 1.60° nach rechts.

Mithin $[\alpha]_D^{18} = +12.63°$.

Nach 41 Stunden war die Drehung unverändert. In neutraler Lösung findet also keine Razemisierung statt. Wie leicht die Säure aber durch heißes Wasser oder durch überschüssiges kaltes Alkali razemisiert wird, zeigen folgende Versuche.

Eine Säure von $[\alpha]_D^{18} = +45.5°$ wurde mit der 50fachen Menge Wasser im geschlossenen Gefäß 3 Stunden auf 100° erhitzt. Die durch Einengen im Vakuum wiedergewonnene Säure zeigte $[\alpha]_D^{20} = +3.8°$, war also zu mehr als 90 Prozent razemisiert.

0.1779 g (1 Mol.) d-Amidsäure (+45.5°) wurden in 1.8961 g n-Natronlauge (etwa 1.5 Mol.) gelöst. 10 Minuten nach Zugabe des Alkalis war $\alpha = +1.13°$, nach 5 Stunden +1.03°, nach 21 Stunden +0.72°, nach 5 Tagen nur noch +0.08°. Die nach dieser Zeit wieder gewonnene Säure zeigte in Alkohol keine merkliche Drehung mehr.

0.1982 g (1 Mol.) Säure (+45.5°) in 2.6096 g n-Natronlauge (etwa 2 Mol.) gelöst, zeigte 10 Minuten nach der Auflösung $\alpha = +0.91°$, nach 6 Stunden 0.62°, nach 22 Stunden 0.28°, nach 40 Stunden 0.03°.

Verwandlung der d-Isopropyl-malonaminsäure in die Isopropyl-malonsäure.

0.5 g Amidsäure ($[\alpha]_D^{18} = +44°$) wurden fein gepulvert, mit 8 ccm Wasser übergossen und bei 0° gasförmige salpetrige Säure eingeleitet, bis die Flüssigkeit blau gefärbt war. Das Gemisch blieb dann 2 Stunden bei 18° stehen, wobei die Amidsäure völlig in Lösung ging und schließlich die Stickstoffentwicklung zu Ende kam. Die Flüssigkeit wurde jetzt mit etwas Schwefelsäure und Harnstoff versetzt, um die noch vorhandene salpetrige Säure zu zerstören, dann ausgeäthert und der ätherische Auszug mit Natriumsulfat getrocknet. Beim Verdampfen des Äthers blieb die Isopropyl-malonsäure als kristallinische Masse zurück. Ihre konzentrierte direkt hergestellte wässerige Lösung zeigte im Eindezimeterrohr keine wahrnehmbare Drehung. Der Schmelzpunkt lag bei 87—88°. Auch die große Löslichkeit des Präparates in Wasser, Alkohol und Äther sowie die geringe Löslichkeit des Kalksalzes stimmen mit der Beschreibung der Säure von Conrad und Bischoff[1] überein.

d-Isopropyl-malonamin-methylester.

Darstellung im wesentlichen wie beim Razemkörper. 15 g d-Isopropyl-malonaminsäure ($[\alpha]_D^{18} = +44°$) wurden fein gepulvert, in 300 ccm Methylacetat suspendiert, auf −15° abgekühlt und mit einer Lösung von Diazomethan (aus 20 ccm Nitrosomethylurethan) in 100 ccm Methylacetat allmählich versetzt. Unter Stickstoffentwicklung ging die Säure in Lösung, die zum Schluß gelb blieb. Als sie unter vermindertem Druck verdampft wurde, schied sich der Ester in feinen Nadeln ab. Er wurde in 75 ccm warmen Aceton gelöst und durch starkes Abkühlen wieder ausgeschieden. Ausbeute: 14 g.

0.1202 g Subst. (im Vakuumexsikkator über Phosphorpentoxyd getrocknet) gaben 0.2320 g CO_2 und 0.0885 g H_2O

$C_7H_{13}O_3N$ (159.11) Ber. C 52.79, H 8.24
Gef. C 52.64, H 8.24

Dasselbe Präparat diente für folgende optische Bestimmung in alkoholischer Lösung.

0.1513 g Subst. Gesamtgewicht der Lösung 1.7109 g. Mithin Prozentgehalt 8.843 · d = 0.8142. Drehung im Eindezimeterrohr bei 18° für Natriumlicht 3.99° nach rechts.

Mithin $[\alpha]_D^{18} = +55.41°$.

[1] Annalen der Chemie **204**. S. 144 (1880).

Nach dem Umkristallisieren aus der siebenfachen Menge Essigäther war das Drehungsvermögen unverändert.

0.1290 g Subst. Gesamtgewicht der alkoholischen Lösung 1.3408 g. Mithin Prozentgehalt 9.26 $\cdot d_4^{18} = 0.8177$ Drehung im Eindezimeterrohr bei 18° für Natriumlicht 4.35° nach rechts.

$$\text{Mithin } [\alpha]_D^{17} = +55.29°.$$

Wir müssen es aber auch hier unentschieden lassen, ob diese Zahlen den Höchstwert geben, da in vielen Fällen, wo Mischkristalle vorliegen, die völlige Reinigung solcher Körper schwierig oder unmöglich ist. Der Schmelzpunkt des Präparates lag bei 141° (korr.) also 20° höher als der der Razemverbindung, der es im übrigen sehr gleicht.

l-Isopropyl-malon-methylestersäure.

5 g aktiver Amidester ($[\alpha]_D^{18} = +55.3°$) wurden in 50 ccm Äther suspendiert, mit 6 ccm Amylnitrit und einigen Tropfen Wasser versetzt und in die durch Eis gekühlte Flüssigkeit gasförmige salpetrige Säure bis zur schwachen Blaufärbung eingeleitet. Im Verlauf von 4—5 Stunden ging der Amidester unter langsamer Stickstoffentwicklung in Lösung; es war aber nötig, während dieser Zeit noch zweimal, wenn die Stickstoffentwicklung zu schwach wurde, kurze Zeit salpetrige Säure einzuleiten. Schließlich blieb die klare Lösung noch 14 Stunden bei 18° stehen. Das ist nötig, um die Reaktion größtenteils zu Ende zu führen. Jetzt werden der Äther und der größere Teil des Amylnitrits unter geringem Druck bei gewöhnlicher Temperatur abdestilliert und der Rückstand mit einer kalten Lösung von Kaliumbikarbonat aufgenommen. Der Vorsicht halber kann man diese Lösung mit Methylacetat ausschütteln, um etwa unveränderten Amidester zu entfernen. Die schwach gelbe wässerige Lösung wird dann sofort in überschüssige, kalte Schwefelsäure, die etwas Harnstoff enthält, eingegossen, das abgeschiedene Öl ausgeäthert und die ätherische Lösung mit Natriumsulfat getrocknet. Beim Abdampfen des Äthers bleibt die aktive Estersäure als schwach gelbes Öl. Ausbeute: 4 g. Will man die Säure analysenrein haben, so muß sie, wie beim Razemkörper beschrieben, im Hochvakuum aus einem Bade von 95—105° destilliert werden. Das einmal destillierte Präparat drehte im Halbdezimeterrohr bei 18° für Natriumlicht 0.48° nach links. $d_4^{18} = 1.105$.

$$\text{Mithin } [\alpha]_D^{18} = -0.87°.$$

Viel stärker, aber umgekehrt ist das Drehungsvermögen der alkalischen Lösung

0.1711 g Subst. gelöst in 1.1155 g n-Natronlauge (1 Mol.) Gesamtgewicht 1.7774 g. Mithin Prozentgehalt 9.62; $d_4^{18} = 1.044$; Drehung im Eindezimeterrohr bei 18° für Natriumlicht 3.86° nach rechts.

$$\text{Mithin } [\alpha]_D^{18} = +38.4°.$$

Wir legen aber auf diese Zahlen keinen besonderen Wert, denn bei nochmaliger Destillation obigen Präparates war das Drehungsvermögen auf $[\alpha]_D^{18} = -0.44°$ gesunken.

Es scheint also bei der Destillation doch eine Verwandlung vor sich zu gehen.

Die Analyse des zweimal destillierten Öles gab die richtigen Werte.

0.1402 g Subst. gaben 0.2688 g CO_2 und 0.0957 g H_2O

$C_7H_{12}O_4$ (160.1) Ber. C 52.47, H 7.56
Gef. C 52.29, H 7.64

Für die weitere Verarbeitung der aktiven Estersäure haben wir sie nicht destilliert, sondern das beim Verdampfen des Äthers zurückbleibende Öl direkt benutzt.

l-Isopropyl-malonhydrazidsäure.

4 g nicht destillierte aktive Estersäure werden sorgfältig durch Eiskochsalzmischung gekühlt und allmählich mit 2.3 ccm wasserfreiem Hydrazin versetzt. Dabei entsteht eine gelbbraune Lösung, deren Färbung von Verunreinigungen, wahrscheinlich Nitro- oder Nitrosoverbindungen, herrührt. Diese Mischung wird 15 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur aufbewahrt, wobei sie meistens gelatiniert; einmal war sie auch partiell kristallisiert. Man löst dann in 40 ccm Wasser, übersättigt schwach mit Essigsäure und fällt mit 20 ccm 2 n-Bleiacetatlösung. Der farblose kristallisierte Niederschlag wird nach dem Abkühlen auf 0° abgesaugt. Ausbeute: 5 g. Um daraus die Hydrazidsäure zu isolieren, haben wir das feingepulverte Salz nicht wie beim Razemkörper mit Schwefelwasserstoff in der Wärme zersetzt, sondern mit 35 ccm n-Schwefelsäure eine Stunde bei gewöhnlicher Temperatur geschüttelt und vom Bleisulfat abgesaugt. Im Filtrat befindet sich die Hydrazidsäure als Sulfat. Fügt man zur Bindung der Schwefelsäure 15.6 ccm n-Natronlauge, so fällt die Hydrazidsäure sofort kristallinisch aus und wird nach dem Abkühlen auf 0° abgesaugt. Ausbeute: 2.5 g. Zur Reinigung wird rasch aus der 10 fachen Menge heißen Wassers umkristallisiert.

0.1465 g Subst. gaben 0.2409 g CO_2 und 0.1000 g H_2O
0.1462 g » » 22.2 ccm Stickgas (22°, 757 mm)

$C_6H_{12}O_3N_2$ (160.12) Ber. C 44.97, H 7.56, N 17.50
Gef. C 44.85, H 7.64, N 17.22

Das Präparat schmilzt wie die Razemverbindung bei 172° (korr.) unter Zersetzung. Es dreht in wässeriger Lösung nach links. Da es aber sowohl in Wasser, wie in Alkohol recht schwer löslich ist, so wurde für die genauere Bestimmung die Lösung in Salzsäure benutzt. Die Beobachtungen zeigen, daß das Präparat keineswegs optisch rein war, denn nach dem Umkristallisieren der freien Säure aus Wasser stieg die Drehung der Lösung in n-Salzsäure.

0.1485 g nicht umkristallisierte Säure · Gesamtgewicht 1.6029. Mithin Prozentgehalt $9.26 \cdot d_4^{22} = 1{,}0395$ Drehung im Eindezimeterrohr bei 22° für Natriumlicht 2.06° nach links.

$$\text{Mithin } [\alpha]_D^{22} = -21.39° \text{ (in n-Salzsäure).}$$

Nach einmaligem Umkristallisieren war $[\alpha]_D^{20} = -22.3°$. Nach nochmaligem Umkristallisieren der Hydrazidsäure aus 20 ccm heißem Wasser war die Drehung auf —28.7° gestiegen.

Obige Zahlen können also nur zur vorläufigen Orientierung dienen. Für die Gewinnung einer optisch reinen Hydrazidsäure wird man wohl Salze mit Alkaloiden herstellen müssen, wozu uns bisher das Material gefehlt hat.

Die weitere Verwandlung der aktiven Hydrazidsäure in die l-Azidsäure und die l-Isopropyl-malonaminsäure ist in dem folgenden summarischen Versuch beschrieben.

Direkte Umwandlung des d-Isopropyl-malonamin-methylesters in die l-Isopropyl-malonaminsäure.

Die Verwandlung der d-Isopropyl-malonaminsäure in den Amidester geht quantitativ und wahrscheinlich ohne Razemisation vonstatten. Um nun feststellen zu können, mit welchem Erfolg von hier an die Verwandlungen bis zur l-Isopropyl-malonaminsäure vor sich gehen, haben wir folgenden Versuch ausgeführt, bei dem einerseits Razemisation möglichst vermieden und anderseits die Reinigung der Zwischenprodukte auf die notwendigsten Maßregeln beschränkt wurde, um die Ausbeute nicht zu sehr herabzudrücken. 4 g d-Isopropyl-malonamin-methylester ($[\alpha]_D^{18} = +55.3$) wurden mit 40 ccm Äther, 5 g Amylnitrit und einigen Tropfen Wasser versetzt, dann bei 0° zwei Minuten ein mäßiger Strom von gasförmiger, salpetriger Säure eingeleitet.

Die Mischung blieb bei Zimmertemperatur stehen. Als nach zwei Stunden die Stickstoffentwicklung fast aufhörte, wurde nochmals einige Minuten salpetrige Säure eingeleitet. Nach weiterem dreistündigen Stehen bei Zimmertemperatur war der Ester bis auf einen ganz geringen Rest gelöst. Der Äther wurde nun abfiltriert, stark abgekühlt, dann mit einer Mischung von 20 ccm kaltgesättigter Kaliumbikarbonatlösung und 10 ccm Wasser kräftig durchgeschüttelt, die abgehobene wässerige Lösung nochmals rasch ausgeäthert, abermals abgehoben und nun sofort mit verdünnter Schwefelsäure unter Zusatz von etwas Harnstoff angesäuert. Die ausgeschiedene Estersäure wurde ausgeäthert, der Äther unter vermindertem Druck verjagt und das Öl im Hochvakuum drei Stunden über Phosphorpentoxyd getrocknet. Ausbeute: 2.1 g, also erheblich weniger als bei dem früheren Versuch, wo die Behandlung mit salpetriger Säure viel länger dauerte. Aber die frühzeitige Unterbrechung der Operation hatte hier den Zweck, nachträgliche Razemisation zu vermeiden. Die 2.1 g Estersäure wurden nach starkem Abkühlen mit 1.1 g wasserfreiem Hydrazin vermischt, dann 14 Stunden bei 18° aufbewahrt und aus der gelatinösen Masse, wie zuvor beschrieben, das Bleisalz der Hydrazidsäure dargestellt. Ausbeute: 2.6 g. Das gepulverte Bleisalz wurde mit 21 ccm n-Schwefelsäure eine Stunde geschüttelt, das Bleisulfat abfiltriert und die Mutterlauge mit 11 ccm n-Natronlauge neutralisiert, wobei die Hydrazidsäure zum größten Teil kristallinisch ausfiel. Ohne diese zu filtrieren, wurde die Flüssigkeit nach dem Abkühlen auf 0° mit 0.75 g Natriumnitrit versetzt, bis zur Lösung der Hydrazidsäure geschüttelt und die klare Flüssigkeit mit 10 ccm n-Schwefelsäure versetzt. Dabei fiel die aktive Azidsäure ölig aus. Sie wurde ausgeäthert und in diese ätherische Lösung unter Eiskühlung gasförmiges Ammoniak im Überschuß eingeleitet. Als dann der Äther unter vermindertem Druck verdampft wurde, blieb ein farbloser kristallinischer Rückstand. Er wurde in 5 ccm Wasser gelöst und die Flüssigkeit bei 0° mit verdünnter Salzsäure angesäuert, wobei sofort die l-Isopropyl-malonaminsäure kristallinisch ausfiel. Sie wurde nach halbstündigem Stehen bei 0° abgesaugt und mit eiskaltem Wasser gewaschen. Ausbeute: 0.5 g. Dieses Präparat diente direkt für die Analyse und optische Bestimmung.

0.1124 g Subst. (bei 56° und 15 mm über Phosphorpentoxyd getrocknet) gaben 0.2036 g CO_2 und 0.0781 g H_2O

0.1163 g Subst. gaben 10.0 ccm Stickgas (18°, 751 mm)

$C_6H_{11}O_3N$ (145.1) Ber. C 49.62, H 7.64, N 9.66

Gef. C 49.40, H 7.78, N 9.83

0.1105 g Subst. Gesamtgewicht der alkoholischen Lösung 2.4409. Mithin Prozentgehalt 4.52 · d_4^{18} = 0.811 Drehung im Eindezimeterrohr bei 18° für Natriumlicht 1.63° nach links.

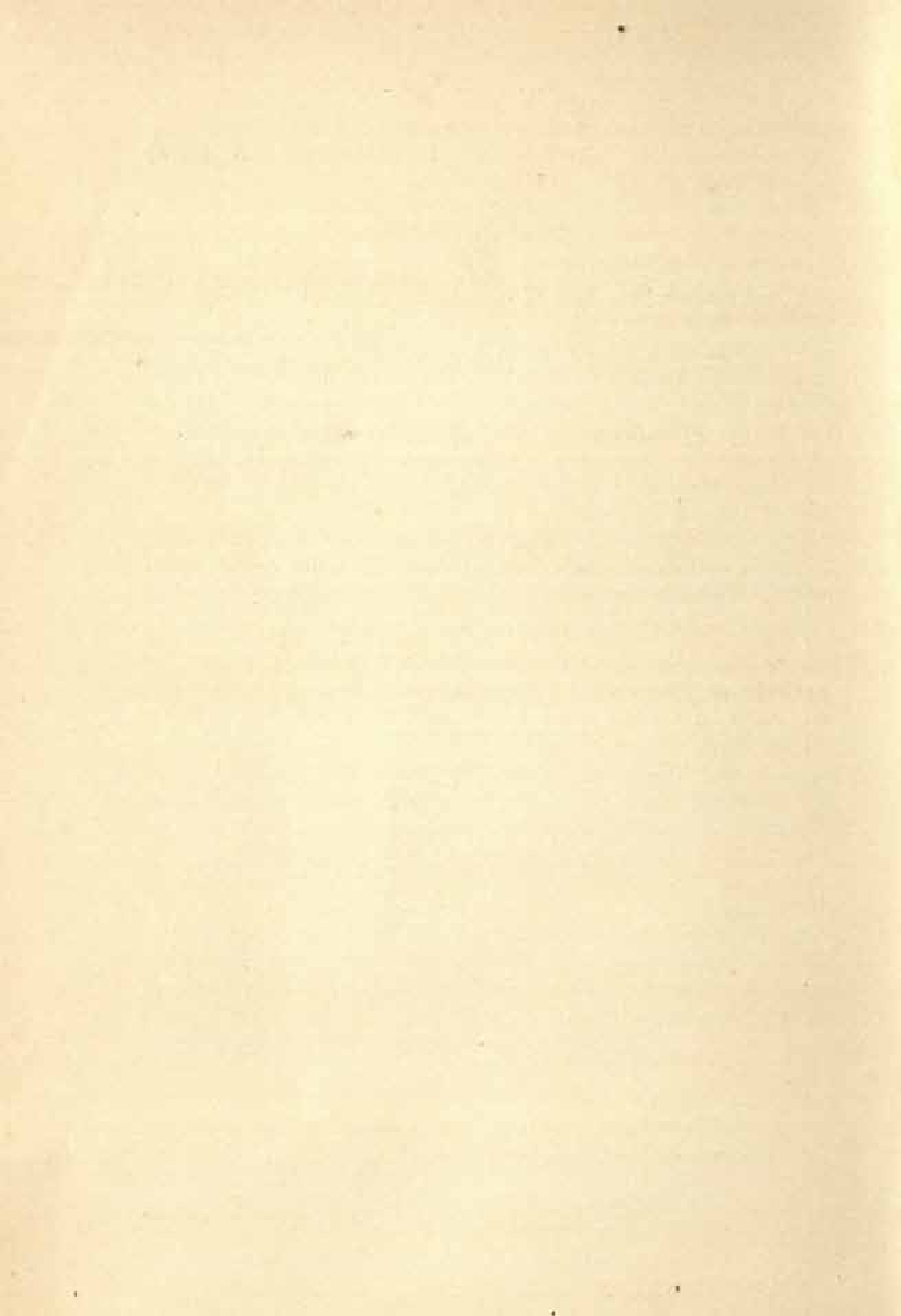
Mithin $[\alpha]_D^{18} = -44.40°$.

Eine zweite Bestimmung gab $[\alpha]_D^{24} = -44.55°$.

Das Präparat war also optisch nahezu rein. Die Ausbeute betrug allerdings nur 13.7 Prozent der Theorie. Der Hauptverlust hat wohl stattgefunden bei der Behandlung des Amidesters mit salpetriger Säure, wo der Versuch absichtlich vor Beendigung der Reaktion unterbrochen wurde. Weitere Verluste sind sicherlich entstanden bei der Fällung der Hydrazidsäure als Bleisalz und bei der schließlichen Kristallisation der l-Isopropyl-malonaminsäure; aber wahrscheinlich hat bei diesen verschiedenen Kristallisationen auch eine Entfernung von Razemkörper stattgefunden.

Jedenfalls beweist der Versuch, daß man auch bei ziemlich empfindlichen optisch aktiven Substanzen eine ganze Reihe von Verwandlungen vornehmen und mit leidlicher Ausbeute ein optisch fast reines Endprodukt gewinnen kann.

Ausgegeben am 2. Juli.



1914.
XXVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. Sachau sprach über die Rechtsliteratur und Rechtsgeschichte im orientalischen Christentum.

Der Vortragende berücksichtigte besonders die Euphrat- und Tigris-Länder, handelte über römisches Recht als die älteste Schicht, über die kanonische Gesetzgebung der Konzilien bis in das 6. Jahrhundert und über die Schrift des nestorianischen Patriarchen Mār Abhā über Eherecht. Im einzelnen wurde der Kampf des Christentums gegen die aus dem jüdischen Levirat hervorgegangene Schwägerinnenehe, gegen die persische Inzestehe und gegen eine heidnische Tempelsitte besprochen.

*2. Hr. Koser berichtete über die in den Besitz des Staatsarchivs zu Düsseldorf übergegangenen Registerbücher der Grafen und Herzöge von Kleve und Mark aus der Zeit von 1356—1803.

Die vor sechs Jahren in einer Privatbibliothek zum Vorschein gekommene, von Th. Ilgen in den »Mitteilungen der Königlich Preußischen Archivverwaltung« Heft 14 (1909) beschriebene Sammlung von 77 Folianten mit gleichzeitigen Abschriften der von den jeweiligen Herrschern ausgestellten Urkunden und Erlasse war im Jahre 1809 dem damaligen Präfekten des Ruhrdepartements im Großherzogtum Berg zur Aufbewahrung übergeben worden. In einem Prozeß zwischen dem preußischen Staatsfiskus und dem bisherigen Besitzer ist durch Erkenntnis des Reichsgerichts vom 24. April d. J. das Eigentum des Fiskus an der Sammlung festgestellt worden.

Ausgegeben am 2. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

